

REPUBLIQUE DU BURUNDI
MINISTERE DE L'AMENAGEMENT, DU TOURISME ET DE L'ENVIRONNEMENT
DEPARTEMENT DES FORETS

**ORGANISATION ET AMELIORATION DU CENTRE NATIONAL DE GRAINES
AGROFORESTIERES ET FORESTIERES DU BURUNDI (CENAGRAF) IDENTIFICATION
DE PEUPELEMENTS SEMENCIERS.
CREATION DE VERGERS A GRAINES D'AMELIORATION.**

R. BELLEFONTAINE

**CIRAD-Forêt
45 bis, av. de la Belle Gabrielle
94736 NOGENT-SUR-MARNE Cedex (FRANCE)**

Mars 1993

SOMMAIRE

1. SITUATION ACTUELLE	6
1.1. Organisation actuelle et sites de récolte	6
1.2. Formation du personnel	6
1.3. Equipement	6
2. LISTE DES UTILISATEURS ACTUELS ET POTENTIELS	7
3. ESPECES PRIORITAIRES ET SECONDAIRES	8
4. IMPACTS ET OBJECTIFS A ATTEINDRE	11
5. METHODOLOGIE POUR SELECTIONNER DES PEUPEMENTS SEMENCIERS	12
5.1. Dans les reboisements artificiels	12
5.2. En forêt naturelle	14
5.3. Etude de cas : Gakara	15
5.3.1. Méthodologie	15
5.3.2. Que retenir à Gakara ?	18
5.3.3. Conclusion relative au périmètre de Gakara	19
6. PEUPEMENTS CLASSES, REGIONS DE PROVENANCE ET VERGERS A GRAINES ..	20
7. CREATION ET CONDUITE DE NOUVEAUX PEUPEMENTS SEMENCIERS	21
7.1. Choix de peuplements semenciers existants	21
7.2. Création de nouveaux peuplements semenciers	22
7.2.1. Principes généraux	22
7.2.2. Peuplements semenciers de Bungere	26
7.3. Conduite des peuplements semenciers	28
8. CRITERES A RESPECTER POUR EFFECTUER UNE RECOLTE DE BONNE QUALITE ..	29
9. SYNTHESE DES CONNAISSANCES RELATIVES A L'AMELIORATION GENETIQUE DES ESPECES LES PLUS IMPORTANTES	30
.....	30
10. PROGRAMME ET CALENDRIER DE TRAVAIL	32
11. LOCALISATION DU CENAGRAF ET DES PEUPEMENTS SEMENCIERS A CREER ..	38
11.1. Gitega (IRAZ)	38
11.2. Bujumbura	39
12. AUTOFINANCEMENT	39
12.1. Hypothèses	39
12.2. Estimation des dépenses annuelles	40
12.3 Conclusions	41
13. COUT DU PROJET	42
13.1 Introduction	42
13.2 Investissement (en milliers de F.Bu)	42
13.3 Coûts directs des différents secteurs du projet (en milliers de F.Bu) ..	43
13.4 Fonctionnement (en milliers de F.Bu)	44
13.5 Récapitulation des coûts (en milliers de F.Bu)	45
13.6 Contribution du Burundi	45
13.7 Notes explicatives	45

14. ANNEXES

- Annexe 1 - Quelques quantités de graines commandées par divers projets
- Annexe 2 - Fiche récapitulative à utiliser lors de la sélection des peuplements semenciers
- Annexe 3 - Liste d'espèces pouvant s'hybrider entre elles (Eucalyptus, Pinus, Acacia)
- Annexe 4 - Essais à réaliser pour vérifier l'aptitude des espèces à supporter les tailles de formation
- Annexe 5 - Modèle de fiche de récolte
- Annexe 6 - Fiches de plantation de Gakara
- Annexe 7 - Fiche de relevés phénologiques
- Annexe 8 - Test de contrôle de la qualité des graines
- Annexe 9 - Exemple de gestion correcte du registre des mouvements de graines et de fiches de gestion des stocks
- Annexe 10 - Ratio : poids de fruits/poids de graines et rendement journalier de récolte
- Annexe 11 - Type de bordereau à fournir avec les graines
- Annexe 12 - Prétraitements des semences forestières
- Annexe 13 - Bon de commande de graines
- Annexe 14 - Personnalités rencontrées et calendrier de la mission
- Annexe 15 - Prix actuels de vente des graines au Burundi et prix conseillés

SIGLES

BAD	:	Banque Africaine de Développement
CENAGRAF	:	Centre National de Graines Agroforestières et Forestières
CIRAD-Forêt	:	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Département Forestier
CNSF	:	Centre National de Semences Forestières (Ouagadougou)
CVHA	:	Projet de Cultures Vivrières en Haute Altitude
FED	:	Fonds Européen de Développement
IRAZ	:	Institut de Recherches Agronomiques et Zootechniques (Gitega)
ISABU	:	Institut des Sciences Agronomiques du Burundi
MinAGRI	:	Ministère de l'Agriculture
MinATE	:	Ministère de l'Aménagement, du Tourisme et de l'Environnement
ONF	:	Office National des Forêts (France)
ONG	:	Organisation non Gouvernementale
PASE	:	Programme Agroforesterie, Sylviculture, Erosion (ISABU)
PDAM	:	Projet de Développement Agricole de Muyinga
PFBM	:	Projet Forestier Banque Mondiale
PRPE	:	Projet de Recherche pour la Protection de l'Environnement (ISABU)
PSTP-HIMO	:	Projet Spécial des Travaux Publics à Haute Intensité de Main d'Oeuvre
SADC	:	Southern African Development Community

PREAMBULE

Le Burundi est un pays où la part du bois dans la consommation énergétique nationale est prépondérante.

Gérer le patrimoine forestier national est une des priorités du Gouvernement; la création d'un centre national de graines agroforestières et forestières (CENAGRAF) constitue donc un élément indispensable et primordial.

L'option principale qui a été retenue par les autorités nationales est de créer un centre performant, adapté aux seuls besoins du pays, équipé d'un matériel rustique et durable, non sophistiqué. Il sera tourné vers le développement et non vers la recherche ou très accessoirement, en valorisant la main d'oeuvre nationale et en formant le personnel (aussi bien les cadres que les ouvriers riverains des peuplements semenciers). Cette structure souple devra coopérer avec les différents partenaires, à savoir les ministères concernés, les institutions de recherche, l'université, les communes et les privés (églises, ONG, particuliers) et s'intégrer à la nouvelle politique forestière. Ultérieurement, des exportations de graines améliorées et de source parfaitement connue pourront être envisagées pour quelques espèces.

Les reboiseurs au Burundi ne portent généralement aucune attention à la provenance, à part quelques exceptions comme par exemple l'ancien Projet Forestier Banque Mondiale/FAC. La propagation sur de grandes superficies de provenances, variétés, races de qualité médiocre ou mal adaptées, donne malheureusement des résultats très souvent désastreux. La qualité génétique des graines a une incidence économique directe sur l'avenir des plantations.

1. SITUATION ACTUELLE

1.1. Organisation actuelle et sites de récolte

Il n'y a aucun verger à graines au Burundi. Il n'existe aucun peuplement porte-graines officiellement classé par arrêté.

Les demandes de graines des projets forestiers ou à composante forestière transitent parfois par le Département Forestier qui achète à l'étranger les graines de certaines espèces, sans exiger la provenance la plus favorable (sauf PFBM); cependant, diverses institutions récoltent dans le pays les graines dont elles ont besoin pour la réalisation de leur programme. Ceci conduit à récolter dans des arboreta ou dans des reboisements issus de ces derniers, avec comme conséquence directe l'obtention d'un matériel soit très hybridé (deux espèces différentes du même genre placées côte à côte), soit à consanguinité très élevée (du fait de l'exiguïté des parcelles et des décalages phénologiques). Lorsqu'il s'agit de récoltes effectuées dans des reboisements de grande superficie, non surveillés, où les meilleurs arbres ont souvent été coupés frauduleusement par des riverains (écrémage des sujets les plus vigoureux et droits ne laissant que des arbres chétifs et mal conformés), ces graines ne donnent naissance qu'à des plants médiocres.

IL EST ABSOLUMENT INDISPENSABLE D'ARRETER DE TELLES PRATIQUES QUI NUISENT GRAVEMENT A L'AVENIR ECONOMIQUE DES PLANTATIONS.

Le Projet Forestier Banque Mondiale a cependant fait évoluer positivement cette situation en commandant la plupart de ses graines dans le pays d'origine afin d'obtenir le genre, l'espèce, la provenance souhaités. De plus, ce projet a initié la création d'un centre de graines forestières : achat d'une chambre froide et présélection de quelques rares peuplements semenciers d'origine connue.

1.2. Formation du personnel

Un ingénieur et deux techniciens supérieurs ont été désignés très récemment et suivent actuellement une formation de deux mois en France à la Sècherie de La Joux (ONF) et au laboratoire de graines du CIRAD-Forêt. Cette formation devra être complétée par un stage dans un pays africain bien équipé (Burkina Faso, Tanzanie, Kenya, ou Zimbabwe) au début du lancement effectif de ce programme.

1.3. Equipement

Divers lots aux origines parfois incomplètement connues sont actuellement stockés dans la chambre froide de 35 à 40 m³, achetée en 1986 et placée dans les bâtiments au sein du Département des Forêts; elle a déjà connu quelques pannes qui se sont prolongées plusieurs jours, ce qui ne permet pas le maintien de la température à + 4° C. La répartition des lots dans la chambre froide ne permet pas actuellement de retrouver les lots avec facilité, faute d'un nombre suffisant d'étagères, de conteneurs et d'ordre. De plus, le matériel élémentaire fait défaut (balance électronique placée à l'intérieur de la chambre froide, silicagel, conteneurs hermétiques, etc...); une balance non protégée de la poussière, hors d'usage, et un appareil à souder les sachets d'emballage en polyéthylène, sont situés sur une table en face de la chambre froide.

Le registre manuscrit, au contenu trop sommaire, empêche en général toute identification ultérieure des lots lorsque l'on tente de remonter la filière, sauf dans quelques cas précis (il vaut mieux se reporter aux rapports finaux d'exécution des plantations).

L'ISABU conserve également des lots (destinés à la recherche) dans des sachets en polyéthylène scellés dans un frigidaire domestique à une température de 4 à 6°C et à une humidité élevée.

2. LISTE DES UTILISATEURS ACTUELS ET POTENTIELS

Les cinq inspections forestières (Bujumbura, Gitega, Ngozi, Bururi et Ruyigi), ainsi que les divers projets repris ci-dessous utilisent les graines disponibles ou procèdent à leurs propres récoltes. Les boisements communaux et privés (écoles, églises, ONG, particuliers) sont plantés la plupart du temps à partir des plants produits par les inspections ou les projets:

- + Projet forestier Banque Mondiale
- + Projet Spécial des Travaux Publics (PSTP) à Ruyigi
- + Projet forestier BAD à Bukirasazi
- + Projet forestier Mugamba-Bututsi(**)
- + Projet forestier FED à Rugazi (2ème phase à l'étude)
- + Projet forestier FED à RUTANA (idem)
- + Programme de lutte anti-érosive
- * Projet intégré FED à Kirundo
- * Projet agro-sylvo-pastoral FED à Rutana
- * Projet agro-sylvo-pastoral FED à Cankuzo
- * Projet BAD de Buragane (Makamba)
- * Projet de développement agricole de Muyinga (PDAM)
- * Projet de promotion de l'élevage à Ruyigi
- * Projet d'élevage et de développement rural Bututsi
- * Projet de cultures vivrières en haute altitude(CVHA)

Légende : + = MinATE; * = MinAGRI; ** = projet arrêté

Il y a 114 communes et quelques ONG (Action Aid, Catholic Relief Service : Projet agroforestier de Rumonge, CISV italien,etc...) qui demandent également des graines ou des plants. Les habitants réclament certaines essences, dont les plus demandées sont sans conteste les Eucalyptus, Grevillea, Maesopsis,etc...

Il semble évident que lorsque la fourniture régulière de graines sera assurée et qu'un catalogue sera distribué, les commandes pourraient être bien plus nombreuses. A titre d'information, nous communiquons en annexe n° 1 certaines commandes des deux dernières années du projet PSTP et du projet Banque Mondiale.

3. ESPECES PRIORITAIRES ET SECONDAIRES

Les représentants du Département des Forêts, de l'ISABU et des principaux projets forestiers ont tenu une réunion les 8 et 13 février pour déterminer les espèces "prioritaires". Il ne s'agit pas des espèces qui ont le plus de valeur économique ou celles qui ont un bois de valeur (bois précieux ou bois d'oeuvre), mais des essences qui sont actuellement les plus demandées. La liste qui suit correspond au choix des participants à ces 2 réunions; en la relisant, on peut cependant être étonné de certains classements, qu'il faudra peut-être réétudier; ainsi à mon avis, Acacia auriculiformis, A. melanoxylon (bois d'oeuvre) et Eucalyptus urophylla pourraient être classées parmi les espèces nettement prioritaires, alors que Cassia spectabilis, Terminalia mantaly et Pithecellobium dulce sont, semble-t-il, surestimées.

Des enquêtes complémentaires dans diverses régions permettront de dégager d'autres noms d'espèces; de même, certaines essences sont encore trop peu utilisées (*Alnus*, *Acacia crassicarpa*, *Macaranga*,...) pour être classées parmi les espèces prioritaires, même si elles sont importantes et utilisées avec succès dans des pays voisins à écologie semblable.

Pendant les deux premières années, le Centre National de Graines Agroforestières et Forestières (CENAGRAF) devra s'efforcer de trouver dans différentes régions du pays des peuplements à graines répondant aux critères cités ci-après et conserver des quantités suffisantes de semences, afin de pouvoir répondre à toutes les demandes nationales.

Lors de ces deux réunions, trois échelons avaient été retenus pour classer les espèces:

- Cassia siamea* +++ prioritaires
- Cassia spectabilis* ++ importantes
- Casuarina* + secondaires.

De plus, certains noms ont été cités, mais aucun des participants aux réunions n'a jugé bon de les classer dans l'une des trois catégories ci-dessus ; elles sont précédées du signe (*) : elles représentent les espèces qu'il sera utile de conserver en petite quantité pour répondre à une éventuelle demande.

Cette liste sera soumise à une révision suivant un rythme régulier (tous les trois ans); il sera nécessaire d'intégrer lors des réunions ultérieures tous les représentants des projets, ministères, ONG, etc...

Les responsables du CENAGRAF ne devront pas seulement répondre aux demandes, mais conseiller et proposer d'autres espèces. Dans d'autres cas, en fonction des résultats de la recherche (ISABU), ils devront déconseiller l'utilisation de certaines espèces non-appropriées. Leur rôle au niveau de la promotion d'espèces et des conseils sera important.

Nom de l'espèce	Importance
<i>Acacia albida</i>	*
<i>Acacia aulacocarpa</i>	*
<i>Acacia auriculiformis</i>	+/+++
<i>Acacia crassicaarpa</i>	*
<i>Acacia elata</i>	+/+++
<i>Acacia holosericea</i>	+
<i>Acacia longifolia</i>	*
<i>Acacia mangium</i>	++/+++
<i>Acacia mearnsii</i>	++/+++
<i>Acacia melanoxylon</i>	+
<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	+/+++
<i>Albizia chinensis</i>	+
<i>Albizia gummifera</i>	*
<i>Albizia lebbek</i>	*/+
<i>Alnus acuminata</i>	*
<i>Alnus nepalensis</i>	*
<i>Azadirachta indica</i>	*
<i>Cajanus cajan</i>	+
<i>Calliandra calothyrsus</i>	++/+++
<i>Callitris endlicheri (calcocrata)</i>	++/+++
<i>Callitris glauca (hugelii)</i>	*
<i>Callitris preissii (robusta)</i>	*
<i>Cassia siamea</i>	+/+++
<i>Cassia spectabilis</i>	++/+++
<i>Casuarina equisetifolia</i>	+/+++
<i>Cedrela odorata</i>	++/+++
<i>Croton megalocarpus</i>	*
<i>Cupressus lusitanica</i>	+++
<i>Entandrophragma excelsum</i>	+
<i>Erythrina abyssinica</i>	boutures
<i>Eucalyptus botryoïdes</i>	*
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	+++
<i>Eucalyptus citriodora</i>	+
<i>Eucalyptus delegatensis</i>	*
<i>Eucalyptus exserta</i>	+
<i>Eucalyptus globulus ssp. globulus</i>	*
<i>Eucalyptus globulus ssp. maidenii</i>	+++
<i>Eucalyptus grandis</i>	+++
<i>Eucalyptus gummifera</i>	*
<i>Eucalyptus maculata</i>	+
<i>Eucalyptus microcorys</i>	++
<i>Eucalyptus resinifera</i>	*
<i>Eucalyptus robusta</i>	++
<i>Eucalyptus saligna</i>	+++
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	++
<i>Eucalyptus urophylla</i>	++
<i>Eucalyptus viminalis</i>	*
<i>Ficalhoa laurifolia</i>	*
<i>Ficus thonningii</i>	*
<i>Gliricidia sepium</i>	++
<i>Gmelina arborea</i>	++/+++

Tableau 1 (suite)

Nom de l'espèce	Importance
<i>Grevillea robusta</i>	+++
<i>Hakea saligna</i>	+
<i>Jacaranda mimosoïfolia</i>	+
<i>Juniperus procera</i>	*
<i>Leucaena diversifolia</i>	+++
<i>Leucaena leucocephala</i>	++
<i>Maesopsis eminii</i>	++/+++
<i>Markhamia lutea</i>	++
<i>Morus alba</i>	boutures
<i>Newtonia buchananii</i>	*
<i>Ocotea usambarensis</i>	*
<i>Pinus caribaea var hondurensis</i>	++/+++
<i>Pinus elliottii</i>	++/+++
<i>Pinus kesiya</i>	+++
<i>Pinus oocarpa</i>	++/+++
<i>Pinus patula</i>	++/+++
<i>Pithecellobium dulce</i>	++/+++
<i>Podocarpus milanjanus</i>	*
<i>Podocarpus usambarensis</i>	*
<i>Polyscias fulva</i>	+
<i>Prunus africana</i>	+ / ++
<i>Sesbania sesban</i>	*
<i>Simarouba glauca</i>	*
<i>Strombosia scheffleri</i>	*
<i>Symphonia globulifera</i>	+ / ++
<i>Syncarpia glomulifera</i>	++
<i>Tectona grandis</i>	+
<i>Terminalia mantaly</i>	+++
<i>Terminalia superba</i>	+ / ++
<i>Trema orientalis</i>	*
<i>Toona ciliata</i>	++/+++
<i>Toona serrata</i>	+++
<i>Vernonia amygdalina</i>	*

Les espèces suivantes n'ont pas été notées :

Arundinaria alpina (éclat de souche)

Euphorbia tirucalli (boutures)

Chlorophora excelsa

Eucalyptus cloeziana

Pinus maximinoï

Pinus tecunumanii

Prosopis juliflora

Macadamia sp.

Delonix regia, ainsi que les divers arbres décoratifs ou fruitiers.

Remarque : de nombreuses espèces sont bouturées en milieu rural (*Gliricidia sepium*, euphorbes, ...). Il est cependant important de diffuser des boutures de bonne qualité génétique.

4. IMPACTS ET OBJECTIFS A ATTEINDRE

Des centres de semences fonctionnels existent dans plusieurs pays voisins, dont trois actuellement sont très bien équipés : Tanzanie, Zimbabwe et Kenya. En Afrique du Sud, un effort important a été réalisé dans l'amélioration du matériel végétal depuis longtemps. En Afrique australe, le Canada finance depuis 1992 (au sein du SADC) la création ou le renforcement de dix centres de graines dans les pays suivants : Angola, Botswana, Lesotho, Malawi, Mozambique, Namibie, Swaziland, Tanzanie, Zambie, Zimbabwe.

D'autres centres existent déjà depuis quelques années au Rwanda et à Madagascar.

C'est dire que la concurrence au niveau international ou régional sera forte et que seuls les centres qui parviendront à fournir une qualité supérieure de semences pourront la commercialiser et l'exporter. Il est donc vital de prévoir dans un premier temps un centre qui produira des graines de bonne qualité (physiologique et génétique), adaptées aux besoins nationaux.

L'émergence de ces centres prouve également l'utilité d'entreprendre une telle démarche au Burundi.

Cela permettra au centre de fournir constamment des graines de bonne qualité pour répondre aux exigences des utilisateurs et de s'affranchir de nouvelles commandes onéreuses à des pays étrangers (à payer en devises).

L'impact du renforcement du centre de graines est avant tout qualitatif et aussi quantitatif; qualitatif, en ce sens que l'utilisation de matériel végétal "tout venant" entraînait par consanguinité forcée une forte chute de croissance; les semences récoltées généralement sur un semencier malvenant, sans contrôle et sans maîtrise efficace, ne permettaient pas aux forestiers de rentabiliser les opérations de reboisement.

Il n'est pas inutile de rappeler ici que la création ou le renforcement conséquent d'un centre national de graines doit s'inscrire dans le cadre général d'une politique forestière nationale. Dans ce cadre, seules les espèces économiquement importantes feront éventuellement l'objet d'un programme d'amélioration génétique.

Les objectifs visés par la création de ce centre sont nombreux :

- former le personnel aux techniques de production, de diffusion, d'amélioration et de conservation des graines forestières;
- produire et diffuser des graines forestières physiologiquement et génétiquement améliorées, d'origine certifiée, en quantité suffisante et aux dates optimales pour les utilisateurs, et si possible au moindre coût;
- disposer à tout moment d'un stock de sécurité;
- améliorer les liens avec les instituts de recherche et les universités en mettant à leur disposition des semences d'origine certifiée et des possibilités d'accueil pour des travaux de recherche;

- approfondir les connaissances relatives aux graines tropicales, que l'on connaît encore malheureusement trop peu (aspects phénologiques, physiologiques et génétiques);
- participer si nécessaire aux circuits régionaux d'exportation des graines (si la qualité génétique est suffisante);
- réduire les dépenses en devises et permettre une plus grande autonomie du pays pour ce type de production;
- conseiller les utilisateurs, participer à la promotion d'espèces peu connues, freiner l'utilisation d'espèces ou de provenances peu adaptées ;
- assurer en aval un certain suivi technique des pépinières afin d'améliorer la qualité des plants produits, ce qui permet de ne pas hypothéquer l'avenir des plantations; en effet, la qualité génétique et physiologique des plants est déterminante pour l'avenir économique des plantations, même si ces dernières ne visent qu'un but de protection et non de production;
- renforcer les capacités nationales (en collaboration avec l'IRAZ) en matière de conservation des ressources génétiques forestières nationales.

5. METHODOLOGIE POUR SELECTIONNER DES PEUPELEMENTS SEMENCIERS

5.1. Dans les reboisements artificiels

La liste des espèces prioritaires et secondaires sera établie tous les 2 ou 3 ans avec toutes les autorités compétentes (MinATE, MinAgri, ISABU, Université, Projets, ONG). C'est la première étape.

Ensuite, en ce qui concerne les espèces prioritaires, les dossiers de reboisement seront compulsés attentivement auprès du Département des Forêts ou des divers projets, afin de retrouver l'origine exacte des plants.

La troisième étape consistera en une prospection sur le terrain des peuplements présélectionnés, qui seront parcourus de long en large (les meilleures parcelles sont souvent situées sur les bas de pente et non au sommet des collines).

Dans un premier temps, seront prospectés en priorité les reboisements dont on pourra déterminer avec certitude l'origine exacte des plants et des graines, ainsi que leur généalogie. La provenance des graines doit être connue avec précision, de même que la variabilité génétique : la récolte doit avoir été effectuée sur un grand nombre d'arbres non apparentés. La mention "Inde", "Australie" ou "Guatémala" par exemple ne suffit pas, car elle est beaucoup trop imprécise. Il faut conserver toutes les données telles que les noms du pays, de la région ou de la province et du lieu-dit de récolte ainsi que l'altitude, la longitude, la latitude, la pluviométrie annuelle, etc... La provenance doit correspondre à l'aire naturelle de distribution de l'espèce; dans un deuxième temps, on pourra prospecter les reboisements dont on connaît la généalogie (large base génétique indispensable), même si les graines ne proviennent pas nécessairement de l'aire naturelle.

Avant d'entreprendre ces démarches, il n'est pas inutile de rappeler qu'il faut avant tout **s'assurer que le peuplement sélectionné représente bien l'espèce.** Un herbier de référence, les flores et diverses descriptions botaniques, au besoin une étude anatomique du bois, seront nécessaires. Divers sondages à l'intérieur du peuplement permettront de vérifier si les arbres ne sont pas issus de graines très hybridées initialement (par exemple lorsque les graines ont été récoltées dans un arboretum). Le peuplement doit présenter

une certaine **homogénéité** tout en montrant une variabilité individuelle normale en ce qui concerne les principaux caractères morphologiques. Une attention toute particulière sera portée aux dossiers reconstituant l'historique de la plantation, car des **regarnis** ont pu être mis en place quelques semaines après la plantation avec des plants d'une autre espèce! Dans ce cas, il convient de parcourir toute la parcelle, arbre par arbre, afin de procéder à l'exploitation et au dessouchage des sujets étrangers, sauf s'il s'agit d'espèces ne s'hybridant pas entre elles et si elles ne gênent pas.

La production en volume, la rectitude des fûts, l'élagage naturel, la grosseur des branches, la présence de fourches, etc, constituent également des facteurs décisifs qui interviennent lors de cette première phase de prospection. Il faut cependant relativiser l'importance de la production en volume en fonction de la richesse et de la profondeur des sols; on pourra ainsi retenir des peuplements à croissance moyenne sur des sols peu favorables, étant entendu que les reboisements hautement productifs sur bons sols ont toutes les chances d'être retenus s'ils répondent aux autres critères de sélection.

La situation est un des critères les plus importants; il faut éviter de choisir un peuplement porte-graines situé à proximité immédiate de reboisements malvenants d'une espèce ou d'une variété susceptible de s'hybrider avec l'espèce le composant; pour limiter les risques, on laissera au moins une distance de mille mètres entre ces mauvais reboisements et le peuplement semencier; celle-ci pourra être réduite à 300 - 500 mètres si une autre espèce peut constituer un écran protecteur. Par contre, s'il s'agit de choisir un îlot de bonne qualité, entouré de toute part de plantations peu recommandables, il faudra envisager une coupe à blanc, suivie de reboisement (avec une espèce différente et à croissance rapide) sur un rayon de 300 à 500 mètres autour de l'îlot que l'on veut conserver.

La base génétique initiale est aussi un facteur déterminant, en ce sens que beaucoup de reboisements ont été mis en place autrefois à partir de graines provenant souvent d'un très petit groupe d'arbres-mères; ainsi, par exemple, dans certains cas, après une première introduction jugée réussie, la récolte a été faite sur un seul arbre-mère, parfois bas branchu de manière à faciliter le travail du récolteur. Il est évident que si la récolte n'a pas pu être réalisée selon les normes prescrites au chapitre 8, on reproduit ainsi un matériel végétal peu recommandable. Les plants composant un peuplement semencier doivent donc provenir d'une récolte effectuée sur de très nombreux arbres-mères (large base génétique). Leur généalogie doit être connue.

Les peuplements sélectionnés devront être initialement **suffisamment denses ou vastes** de façon à pouvoir disposer d'un nombre suffisant d'arbres-mères, d'autant plus qu'après sélection définitive du "candidat" peuplement semencier, une éclaircie forte doit éliminer tous les phénotypes malvenants, rabougris, en mauvaise santé,... Cette éclaircie aura comme second avantage de mettre en lumière les cimes des arbres maintenus sur pied et ainsi d'optimiser la floraison. **L'effectif de la population initiale** varie en fonction des quantités de graines annuelles minimales à obtenir, de l'abondance de la production semencière, de l'espèce, etc... Cet effectif doit être suffisant pour éviter les effets défavorables et dépressifs liés à la consanguinité.

Il est exclu bien entendu de proposer le classement d'un éventuel peuplement porte-graines si l'**état sanitaire** général de ce dernier laisse à désirer.

Ces arbres-mères ne devront pas être **ni trop jeunes, ni trop âgés** afin de permettre une floraison abondante, homogène, synonyme souvent d'une fécondation croisée au hasard (panmixie). On évite ainsi en plus les décalages phénologiques entre clones. La protrandrie (dispersion du pollen avant que les fleurs femelles du même arbre soient réceptives) empêche une fructification normale. La protogynie (fleurs femelles réceptives alors que le pollen n'est pas mûr) peut jouer un rôle défavorable également.

On ne peut pas juger des principales caractéristiques citées ci-dessus (vigueur, morphologie,...) si les arbres sont trop jeunes ou trop vieux.

Les exigences édaphiques et climatiques sont à respecter avec la plus grande attention: on ne choisira pas un peuplement semencier situé à la limite inférieure de sa zone d'extension ou sur des sols qui n'ont pas une rétention en eau suffisante. Il est important que ce peuplement puisse résister à une saison sèche exceptionnelle.

Divers facteurs altitudinaux, topographiques, sociaux, etc... interviennent également dans le choix définitif des parcelles semencières; si l'**altitude** est trop élevée, la floraison et la fructification peuvent être empêchées ou retardées (froids ou brouillards trop fréquents) et, dans certains cas, des dormances peuvent être induites par l'altitude et le climat (températures basses,...); à l'inverse, à trop basse altitude, la maturation des fruits peut être contrecarrée par l'apparition de parasites.

La topographie n'est pas sans conséquence pour déterminer la forme optimale du peuplement semencier : en plaine, on aura tendance à délimiter une parcelle de forme circulaire ou carrée, de façon à ce que les échanges de pollen et les fécondations se fassent au hasard. Dans les vallons très encaissés, il conviendra d'étudier le sens des vents dominants. En général cependant, on opte pour une parcelle de forme carrée.

Les critères sociaux qui interviennent également reposent sur l'attitude des populations riveraines, qu'il faut responsabiliser afin d'éviter les feux de brousse, les coupes délictueuses, etc... Tous les travaux seront réalisés par des riverains (éclaircie, récoltes, coupe-feu,...); une autorisation contractuelle de parcours du peuplement, par un troupeau de moutons adapté à la capacité de charge, sera signée.

Les facilités d'accès, notamment au moment de la récolte, ne seront pas non plus négligées dans la réflexion conduisant au positionnement définitif du peuplement semencier.

En annexe n° 2 figure une fiche récapitulative à utiliser lors de l'enquête et la prospection des peuplements.

5.2. En forêt naturelle

La densité à l'hectare des tiges d'une espèce déterminée en forêt tropicale est généralement assez faible. Dans ces conditions, les préconisations reprises au chapitre 5.1 pour les reboisements artificiels ne peuvent s'appliquer aussi strictement :

- il faut repérer les semenciers les plus vigoureux et répartis de manière homogène dans la forêt, récolter une grande quantité de fruits ou de graines sur chacun d'entre eux (si possible une quantité similaire sur chaque semencier), puis mélanger avec soin tous ces lots afin de constituer un mélange regroupant au moins 25 à 30 semenciers¹ et si possible une centaine de pieds différents, bien répartis, afin de constituer un lot de réserve à conserver pendant une dizaine ou vingtaine d'années (à condition qu'il s'agisse de semences orthodoxes, ce qu'il faudra préalablement vérifier dans la littérature scientifique internationale). Notons cependant dès à présent que dans la Réserve de la Kibira, il sera nécessaire de fournir le matériel moderne adéquat et de former des grimpeurs aux techniques modernes. Actuellement, il est impossible d'en recruter. De plus, les troncs sont constamment glissants ou recouverts de mousses et lichens, ce qui rend toute escalade périlleuse.

- A défaut de la solution classique de conservation, il faudra recourir à l'implantation in ou ex situ d'un peuplement semencier comprenant une trentaine de génotypes différents, ou plus si possible (à condition de dominer la sylviculture de cette espèce : germination, tempérament héliophile/sciaphile, concurrence, mode de conduite à l'état juvénile, etc.). Cette solution est à appliquer pour toutes les espèces ayant des semences récalcitrantes (c'est-à-dire ne supportant pas une dessiccation jusqu'à 5-6 % de teneur en eau et une conservation en chambre froide à basse température; c'est le cas du *Podocarpus*); elle sera également préconisée pour les espèces qui sont menacées de disparition dans les savanes du Mosso.

IL EST PRIMORDIAL D'INSCRIRE DANS LE PROGRAMME DU CENAGRAF UN PROJET DE CONSERVATION DES ESPECES FORESTIERES MENACEES DE DISPARITION. EN COOPERATION AVEC L'IRAZ. EN EFFET, L'EFFORT DE REBOISEMENT DANS CERTAINES REGIONS (MOSSO) S'EXERCE SOUVENT AU DETRIMENT D'ESPECES NATURELLES BEAUCOUP MIEUX ADAPTEES.

Les pins, eucalyptus, cyprès et callitris sont tous sensibles soit aux termites, aux feux, aux parasites. Si dans certains sites, leur installation procure plus d'avantages que d'inconvénients, il est cependant prudent d'envisager parallèlement le lancement d'une étude relative à la régénération assistée des espèces menacées des savanes du Mosso.

5.3. Etude de cas : Gakara

5.3.1. Méthodologie

A titre d'exemple, nous avons choisi le chantier de Gakara, qui est un condensé des problèmes que l'on peut rencontrer lorsque l'on veut "pré-sélectionner au bureau" des peuplements semenciers artificiels (soit définitifs, soit transitoires : voir chapitre 7.1). Cette pré-sélection permet d'éliminer au bureau les peuplements artificiels insuffisamment connus (provenance exacte) ou mal situés.

Ce travail de pré-sélection doit nécessairement être suivi par un important travail sur le terrain (selon les recommandations rappelées au début du chapitre 5).

¹ on peut également conserver séparément une petite quantité de ces lots si l'on prévoit l'installation future de tests de descendance de cette espèce.

Nous avons réuni le dossier suivant pour étudier le reboisement de Gakara :

- le rapport de fin d'exécution de P. VAURON et M. VERNAY de juillet 1990 "Reboisements industriels, secteur nord : Eucalyptus (Gakara, Gahuni, Murwi, Buhayira)", spécialement les annexes V/1, XI/1 à XI/6 ;
- les fiches de plantation, dont quelques exemples sont donnés en annexe n° 6 (avec nos commentaires) ;
- la carte reprenant, par saison de plantation, les parcelles plantées entre 1981 et 1985 ; cette carte présentée ci-après a été réduite à un format A3 dans ce rapport, à titre d'exemple.

Le premier travail a consisté à colorier la carte en faisant apparaître les différentes espèces qui ont été plantées. Avec l'aide du technicien responsable du chantier, M. Sylvestre NITUNGA, et les fiches de chantier de Gakara, on a attribué à chaque parcelle une couleur différente par espèce. Dans certaines parcelles, deux espèces ont été plantées ; c'est pourquoi, on a attribué 2 couleurs (voir carte) ; il faudra vérifier sur le terrain si on parvient à bien délimiter ces 2 espèces. Les renseignements transcrits dans les annexes XI du rapport de VAURON et VERNAY permettent de connaître les espèces et les superficies et, ainsi, de faire des recoupements avec les fiches de chantier.

Quelques grandes parcelles attirent dès lors le regard, p. ex. :

- au sud, *Eucalyptus robusta*, parcelles (en brun) II-48, II-49 à Muganza et I-54 au S.O. à Kuwiraro ;
- au nord, *E. microcorys*, parcelles I-4 et I-12 (en rouge) ;
- au centre, *E. saligna*, parcelle I-13 et I-30 (en jaune) ;
- au N-O, *E. saligna*, parcelle II-58 (en jaune) ;
- au N-O, *E. globulus*, parcelle I-49 (en violet) à Kazanganya ;
- au N-O, *E. tereticornis*, parcelle II-59 (en bleu) à Ruyobera II ;
- et les parcelles les plus isolées d'*E. grandis*.

Il s'agit ensuite de choisir parmi ces parcelles pré-sélectionnées, celles pour lesquelles on connaît précisément la provenance. L'annexe V/1 du rapport de VAURON et VERNAY précise les provenances (origine, latitude, longitude, altitude).

En vérifiant la provenance citée en V/1 avec la provenance notée sur les feuilles de chantier, on remarque certaines anomalies ; de plus, certaines parcelles ont été regarnies avec des plants d'une autre provenance et sont donc à écarter. Enfin, cela permet d'établir les concordances entre la numérotation de la carte et celle des fiches de chantier (p. ex. pour *E. robusta*, la parcelle I-54 correspond à la série 3, parcelle 10 et la II-48 à la série 3, parcelle 3).

Enfin, on ne pré-sélectionnera que les provenances de généalogie connue (et on écartera la plupart du temps les origines "artificielles" c'est-à-dire les graines récoltées dans un arboretum, dans un essai comparatif d'espèces, etc, à l'exception des origines artificielles sélectionnées sur une large base génétique initiale : par exemple les graines provenant de vergers à graines d'Afrique de l'Est).

5.3.2. Que retenir à Gakara ?

- *Eucalyptus robusta*

- . parcelle II-48 (7 ha) : provenance n° 82/3711 (Mackesie, Australie)
- . parcelle II-49 (3 ha) : provenance n° 82/3710 ((Noosa, Australie)
- . parcelle I-54 (6,8 ha) : provenance n° 82/3710 (Noosa, Australie)

N.B. Pour éviter une hybridation entre ces 2 provenances dans l'hémisphère sud on pourra choisir des parcelles situées au centre de ces 2 massifs, l'une sur un versant exposé au nord (p. ex. II-49) et l'autre sur un versant exposé à l'est (II-48).

- *Eucalyptus microcorys*

- . parcelle I-12 (4,7 ha) : provenance 81/3309 (mais quelques doutes subsistent); il vaut mieux sélectionner la parcelle I-4.
- . parcelle I-4 (12 ha) : provenance 81/3309 (Coffs Harbour, Australie)

- *Eucalyptus saligna*

- . parcelle I-13 : après vérification, origine inconnue (ne pas retenir cette parcelle)
- . parcelle I-30 : provenance 82/3712 (Northern Highlands : lat. 29°23', long. 152°15')
- . parcelle II-58 (8,7 ha) : mélange de 2 provenances de la même espèce (82/3712 et 81/3326), ne pas retenir cette parcelle, si on dispose d'une parcelle avec une seule provenance parfaitement identifiée.

- *Eucalyptus globulus*

- . parcelle I-49 (2,6 ha) : provenance "artificielle" d'Umvuma au Zimbabwe ; ne pas retenir cette parcelle, car la généalogie n'est pas connue.

- *Eucalyptus tereticornis*

- . parcelle II-59 (5,3 ha) : 4 provenances en mélange (n° 82/3696, 82/3697, 82/3698 et 82/3699), toutes d'Australie. Ne pas retenir cette parcelle, si on dispose ailleurs d'une parcelle ne contenant qu'une seule et bonne provenance.

- *Eucalyptus grandis*

Cette espèce est omni-présente à Gakara (plus de 80 % de la superficie plantée); on a cherché des parcelles relativement isolées et si possible pas trop proches d'*E. saligna*, avec qui il s'hybride facilement.

Après cette première sélection, on a dû rejeter les parcelles suivantes :

- . I-22 : 2 provenances (81/3310 et 80/2618) en mélange
- . I-16 : origine inconnue ; regarnis avec 81/3346
- . I-43 : 2 provenances (81/3608 et 81/3346)
- . I-1 : 2 provenances
- . II-41 : 6 provenances en mélange
- . II-56 : plusieurs provenances en mélange
- . II-52 : origine du Zimbabwe (81/3346)

Seule la parcelle suivante pourrait convenir :

- . I-20 (26 ha) : provenance 81/3310 (Buladelah, Australie).

Enfin, lorsque l'on a le choix entre plusieurs parcelles de la même espèce et même provenance, les indications relatives à l'accroissement annuel, le volume ou la surface terrière à l'hectare (annexe XI de VAURON et VERNAY) peuvent permettre de retenir un peuplement semencier plus productif plutôt qu'un autre.

5.3.3. Conclusion relative au périmètre de Gakara

Comme peuplements semenciers définitifs, on pourra vraisemblablement introduire une demande officielle de classement (après contrôle approfondi sur le terrain) pour les espèces et parcelles suivantes :

- *E. robusta* : I-54 et II-48 (82/3710 et 82/3711)
- *E. microcorys* : I-12 (81/3309)
- *E. saligna* : I-30 (82/3712)
- *E. grandis* : I-20 (81/3310)

Si aucune autre parcelle des 3 espèces ci-dessous ne peut être sélectionnée ailleurs dans le pays, on retiendra comme "peuplements semenciers transitoires" les parcelles suivantes à Gakara :

- *E. saligna* : II-58 (2 provenances australiennes en mélange)
- *E. globulus* : I-49 ("provenance" non australienne)
- *E. tereticornis* : II-59 (4 provenances australiennes en mélange)

Ces parcelles n'ont qu'un rôle transitoire à jouer ; il faut dès à présent prévoir la plantation d'un peuplement semencier d'origine australienne certifiée (et si possible la meilleure provenance). Le mélange de plusieurs provenances australiennes peut cependant avoir certains aspects positifs.

6. PEUPLEMENTS CLASSES, REGIONS DE PROVENANCE ET VERGERS A GRAINES

Concentrer les récoltes sur un nombre limité de parcelles bien connues en interdisant toute autre récolte en dehors des peuplements classés permet une notable amélioration de la qualité génétique des futures plantations.

Il est utile de rappeler certaines définitions avant d'aller plus loin :

- Peuplement semencier (PS): il s'agit de peuplements naturels ou artificiels classés officiellement, destinés à produire un matériel de reproduction, d'origine certifiée et dont la descendance a été améliorée par sélection et exploitation des phénotypes les moins valables (avec dessouchage si nécessaire). La sélection qui se base principalement sur la forme, la résistance aux maladies et, pour les plantations artificielles, sur la rapidité de croissance, est une sélection de populations et non une sélection individuelle, car les propositions de classement ne retiendront que des peuplements entiers homogènes, où les fluctuations des divers critères retenus par rapport à la moyenne seront peu importantes.

Ces conditions sont difficiles à réunir dans le cas d'un pays où la foresterie est encore une science jeune; c'est pourquoi, on pourra **provisoirement** distinguer les PS définitifs des PS transitoires. Les premiers sont des PS classés officiellement, tandis que les seconds sont destinés à assurer la transition, en attendant que les reboisements d'origine et de généalogie connues arrivent à maturité et produisent des graines en quantité suffisante. Ces derniers peuvent être de simples reboisements dont les plants proviennent de récoltes répondant aux critères rappelés au chapitre 8; pour les espèces prioritaires pour lesquelles un programme d'amélioration génétique est nécessaire, on pourra par exemple opter pour la plantation d'essais de provenances que l'on mesurera régulièrement, ce qui permettra d'éliminer les plus mauvaises d'entre elles au fil du temps (essai de provenances transformé en verger de semis). Les vergers à graines d'amélioration constituent souvent la meilleure solution pour les pays en voie de développement (voir 7.2)

Les deux expressions "peuplements semenciers" ou "peuplements porte-graines" sont synonymes. Il existe de nombreuses autres expressions : "peuplement producteur de graines", "peuplement sélectionné", "peuplement plus", "peuplement élite". Les différences sont fonction de l'intensité de la sélection opérée dans ces peuplements. Les "peuplements conservatoires" permettent de conserver des écotypes en danger de disparition.

Il importe de contrôler sur le terrain les caractéristiques de la descendance ainsi obtenue, car il s'agit d'une sélection phénotypique fondée sur une appréciation subjective. Si ces graines sont destinées à être introduites dans des régions non voisines, mais à écologie semblable, il est également recommandé de procéder à une évaluation des caractères intrinsèques dans leur nouveau milieu, avant de généraliser les récoltes dans le PS choisi. Cette phase dure généralement trop longtemps et est souvent omise malheureusement dans la pratique, ce qui est dangereux.

- Provenances et régions de provenance: sous l'effet des conditions du milieu, à l'intérieur de l'aire naturelle d'une espèce, il s'est produit au fil des siècles une diversification génétique qui a eu lieu de façon continue ou clinale généralement et qui a conduit à l'apparition de races ou écotypes en fonction des différentes stations où s'est installée l'espèce. L'homogénéité relative de chacune des populations permet de distinguer les provenances; cette diversification en provenances n'est que rarement aisément perceptible en forêt naturelle dans une région donnée ou même à l'échelle d'un pays; c'est pourquoi en pratique on se basera sur les phénotypes moyens d'une population en fonction surtout des caractéristiques pédologiques et climatiques des régions pour déterminer et délimiter les provenances.

La région de provenance est définie dans le code forestier français comme suit: " pour une espèce, une sous-espèce ou une variété, c'est le territoire ou l'ensemble des territoires soumis à des conditions écologiques pratiquement uniformes, sur lequel se trouvent des peuplements présentant des caractéristiques phénotypiques ou génétiques analogues ". Cela entraîne donc une limitation et une standardisation des appellations possibles (à officialiser par arrêté ministériel).

- Vergers à graines : c'est " une plantation de clones ou de descendances sélectionnées, suffisamment isolée ou spécialement gérée pour que les pollinisations exogènes soient inexistantes ou faibles, conduite pour obtenir une production de graines fréquente, abondante et de récolte aisée ". Un "verger" réalisé à partir de graines récoltées dans une petite parcelle à base génétique étroite (expérimentale, conservatoire, ...) risque de favoriser les croisements entre arbres fortement apparentés. Cette solution est à proscrire. La base génétique doit être très large d'autant plus que les décalages phénologiques réduiront encore la largeur de cette base.

7. CREATION ET CONDUITE DE NOUVEAUX PEUPELEMENTS SEMENCIERS

7.1. Choix de peuplements semenciers existants

En respectant la méthodologie exposée au chapitre 5, et après avoir parcouru le pays en consultant les forestiers des différentes inspections et les responsables des différents projets et après avoir visité chacune de ces parcelles, le responsable du CENAGRAF procédera au choix des peuplements semenciers définitifs ou transitoires. Il commencera par les espèces les plus demandées (chapitre 3). Il semblerait de prime abord que l'on puisse trouver dès aujourd'hui des plantations répondant aux critères rappelés au chapitre 5 pour les espèces suivantes :

- PS définitifs :

Eucalyptus grandis (Gakara), *E. urophylla* (Bungere), *E. robusta* (Gakara), *E. microcorys* (Gakara), *E. camaldulensis*, *E. saligna*, *Pinus caribaea* var *hondurensis*, *P. kesiya*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *Calliandra calothyrsus*.

- PS transitoires :

Eucalyptus tereticornis et *E. globulus* (Gakara), *Grevillea robusta*, *Acacia mearnsii*, *Callitris endlicheri* (ex-calcarata), *Cassia spectabilis*, *Cedrela odorata*, *Cupressus lusitanica*, *Eucalyptus maidenii*, *Gmelina arborea*, *Leucaena diversifolia*, *Maesopsis eminii*, *Pithecellobium dulce*, *P. maximinoi* (vers Rushubi), *Pinus elliottii*, *Terminalia mantaly*, *Terminalia superba*, *Toona ciliata*, *Toona serrata*.

Un reboisement (non éclairci) de *Syncarpia glomulifera* datant de 1978 est utilisé comme peuplement à graines à Vyinkona (à la sortie de Gitega). Tous les arbres sont fourchus.

7.2. Création de nouveaux peuplements semenciers

7.2.1. Principes généraux

Par contre, pour toutes les autres espèces retenues ainsi que pour les espèces citées ci-dessus dans la rubrique "PS transitoires", il sera nécessaire de planter des parcelles semencières d'origine certifiée, en dispersant sur plusieurs sites différents les espèces susceptibles de s'hybrider entre elles, telles que les eucalyptus, pins, acacias (voir annexe n°3). Pour réaliser ces plantations, les meilleures provenances seront choisies en fonction des résultats et des recommandations de l'ISABU.

On procèdera par plantation, dans des sites adéquats, en répartissant les espèces d'après leurs exigences climatiques et édaphiques. Il est vital de choisir l'altitude optimale autorisant à la fois une floraison et fructification abondantes tout en évitant les altitudes induisant des manifestations telles que la gommose ou toute autre déficience. On pourra éventuellement répéter ces plantations dans 2 endroits différents pour réduire les risques de perte totale liés à un incendie par exemple. Ces plantations seront effectuées au début de la saison des pluies, avec soin, à un écartement de 2 x 2 m, en sélectionnant en pépinière les sujets les plus vigoureux. Au moment de l'installation, un apport d'une fumure minérale de fond (P,K), puis ultérieurement une fertilisation d'entretien (engrais azotés) seront programmés. Un regarnis avec les plants de la même origine sera effectué un mois après la plantation. Des entretiens seront réalisés fréquemment durant les premières années du fait de la faible densité initiale.

Des éclaircies précoces élimineront les plants malingres et mal conformés, par simple sélection massale portant sur trois critères principaux : l'état sanitaire, la hauteur totale, et la rectitude. On passerait ainsi en 5 ans de 2 500 pieds par ha à environ 200 semenciers sélectionnés.

Deux schémas pourraient être proposés pour les espèces à croissance rapide (ECR) et les espèces à croissance moins rapide (ECMR).

Age	E C R		E C M R	
	TE	NPS	TE	NPS
0	-	(2 500)	-	(2 500)
1	50 %	1 250	33 %	1 667
2	-	-	-	-
3	50 %	625	50 %	833
4	33 %	417	-	-
5	50 %	200	50 %	416
6	-	-	-	-
7	-	-	50 %	200

Légende :

TE = Taux d'éclaircie, mortalité naturelle comprise

NPS = Nombre de plants sélectionnés et conservés

Les souches des arbres non retenus seront extirpées (pour les espèces rejetant de souche). Des tailles de formation, avec pour objectif d'éviter le centre en favorisant l'apparition de branches latérales basses, seront réalisées pour les espèces tolérant ces tailles (des essais à différentes périodes de l'année permettront de tester ces méthodes avant de les appliquer à tout le peuplement semencier - Annexe n°4). L'écimage de certains pins est pratiqué en Europe, mais dans certains cas l'abondance de la fructification est légèrement réduite.

On ne récoltera les graines que sur les arbres situés au centre de la parcelle en délaissant les arbres des bordures.

On pourrait éventuellement réaliser ces peuplements semenciers sous la forme de vergers à graines d'amélioration (VGA) de provenances. Dans ce type de verger, on introduit dans chaque bloc toutes les provenances représentatives, à raison de 25 à 36 plants de la même provenance par parcelle élémentaire; lors de la mise en place du verger, chaque bloc est répété un grand nombre de fois. Des sélections précoces élimineront progressivement de 80 à 95 % du matériel initial dans chaque parcelle élémentaire, de façon à ne laisser qu'1 à 2 (ou 3) plants non-apparentés par provenance (par parcelle élémentaire). La distribution spatiale doit permettre aux futurs semenciers d'être convenablement répartis pour que l'allopollinisation soit la règle.

Le dispositif qui est représenté ici après comprend initialement 16 provenances (de 25 plants par parcelles élémentaires) réparties en 16 blocs. Le tout couvre 2,56 ha si l'écartement initial est de 2 x 2 m et si le dispositif adopte une forme rectangulaire.

"Le VGA est l'outil de base de tout programme de sortie variétale pour des espèces à allogamie prédominante dont les génotypes doivent être utilisables par voie sexuée (reboisements villageois); ils permettent ultérieurement l'installation de VGA de familles à partir d'arbres plus sélectionnés" (V. LEBOT, 1992).

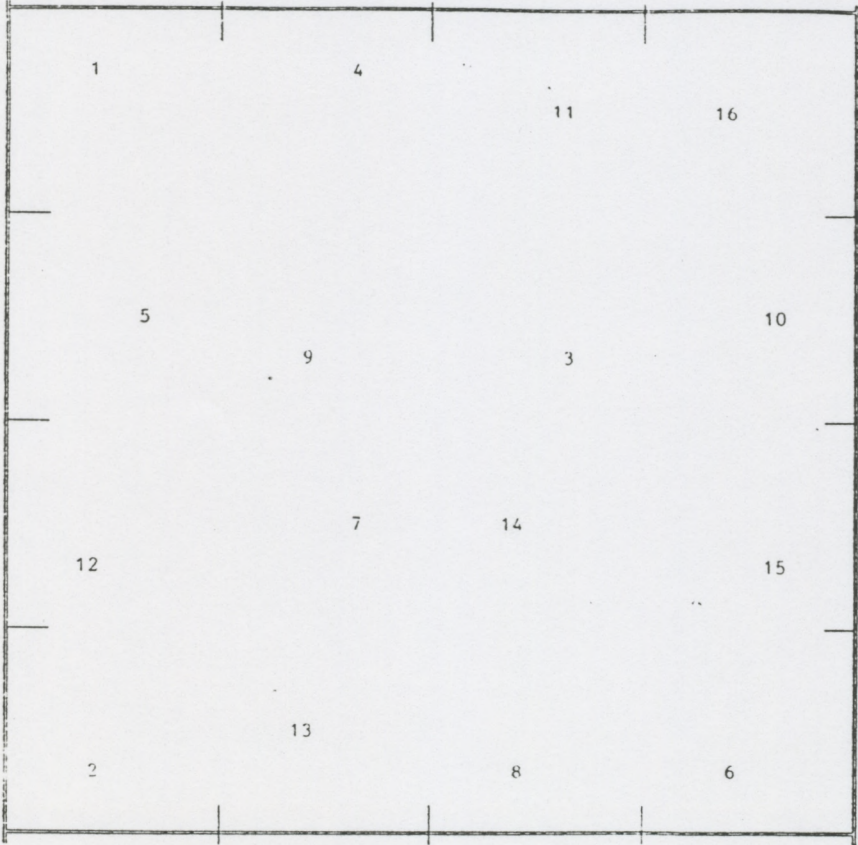
1	4	11	16	II	III	IV
5	9	3	10			
12	7	14	15			
2	13	8	6			
V				VI	VII	VIII
IX				X	XI	XII
XIII				XIV	XV	XVI

Verger à graines d'amélioration constitué dans cet exemple de 16 blocs (I à XVI) de 16 provenances ; dans chaque bloc, les 16 provenances sont distribuées au hasard.

Les 2 figures qui suivent montrent le détail d'un bloc (le bloc I avec 25 plants par parcelle unitaire) lors de la plantation et ce même dispositif, après sélections précoces (on laisse 1 à 2 plants non-apparentés par provenance dans chaque parcelle unitaire).

1 1 1 1 1	4 4 4 4 4	11 11 11 11 11	16 16 16 16 16
1 1 1 1 1	4 4 4 4 4	11 11 11 11 11	16 16 16 16 16
1 1 1 1 1	4 4 4 4 4	11 11 11 11 11	16 16 16 16 16
1 1 1 1 1	4 4 4 4 4	11 11 11 11 11	16 16 16 16 16
1 1 1 1 1	4 4 4 4 4	11 11 11 11 11	16 16 16 16 16
5 5 5 5 5	9 9 9 9 9	3 3 3 3 3	10 10 10 10 10
5 5 5 5 5	9 9 9 9 9	3 3 3 3 3	10 10 10 10 10
5 5 5 5 5	9 9 9 9 9	3 3 3 3 3	10 10 10 10 10
5 5 5 5 5	9 9 9 9 9	3 3 3 3 3	10 10 10 10 10
5 5 5 5 5	9 9 9 9 9	3 3 3 3 3	10 10 10 10 10
12 12 12 12 12	7 7 7 7 7	14 14 14 14 14	15 15 15 15 15
12 12 12 12 12	7 7 7 7 7	14 14 14 14 14	15 15 15 15 15
12 12 12 12 12	7 7 7 7 7	14 14 14 14 14	15 15 15 15 15
12 12 12 12 12	7 7 7 7 7	14 14 14 14 14	15 15 15 15 15
12 12 12 12 12	7 7 7 7 7	14 14 14 14 14	15 15 15 15 15
2 2 2 2 2	13 13 13 13 13	8 8 8 8 8	6 6 6 6 6
2 2 2 2 2	13 13 13 13 13	8 8 8 8 8	6 6 6 6 6
2 2 2 2 2	13 13 13 13 13	8 8 8 8 8	6 6 6 6 6
2 2 2 2 2	13 13 13 13 13	8 8 8 8 8	6 6 6 6 6
2 2 2 2 2	13 13 13 13 13	8 8 8 8 8	6 6 6 6 6

Ex. 16 provenances par bloc, 25 plants par parcelle.



7.2.2. Peuplements semenciers de Bungere

Cette parcelle de 30 à 40 ha vient d'être plantée fin 1992 ; trois espèces importantes couvrant environ 17 ha ont été mises en place par M. Félix KANANI (Inspection Régionale Forestière de Gitega). L'altitude moyenne est de 1 700 à 1 800 mètres en fonction de l'emplacement. Ce site est situé sur la route de Gitega à Ruyigi, à peu de distance de Gitega.

Ces peuplements d'origine connue pourront être utilisés comme peuplements semenciers ; des propositions d'utilisation de la superficie disponible sont faites ci-dessous.

1°/ Calliandra calothyrsus

- . Origine : Guatemala (à préciser : voir les fichiers du Département des Forêts à Bujumbura).
- . Superficie : 1,5 ha.
- . Graines envoyées en Février 1992 par le Département des Forêts à Bujumbura, semées en Juin à Bungere.
- . Plantation en Décembre 1992 à 2,5 x 2,5 m (sachet déchiré et retiré).
- . Programme des activités :
 - .. rechercher au Département Forestier l'origine exacte ;
 - .. vérifier avec l'ISABU s'il s'agit de la meilleure provenance (visiter l'essai de six provenances dans la région de MASHITI-GITEGA installé par l'ISABU) ;
 - .. étudier la précocité et l'importance de la floraison et de la fructification pendant les premières années à cette altitude en fonction des conditions climatiques de Bungere (sécheresse prolongée les années précédentes, température minima et longueur de la saison sèche depuis Décembre 1992, ensoleillement, etc...) ;
 - .. protéger contre les moutons, chèvres et vaches : espèce très appréciée ;
 - .. cartographier cette parcelle avec précision sur carte au 1:50.000. Un plan de détail au 1:1 000 (ou même 1:300 si la parcelle n'est pas très grande) permettra de suivre la fructification de chaque plant (études phénologiques) ;
 - .. éclaircir en mars 1995 et sélectionner les plus beaux phénotypes.

2°/ Eucalyptus urophylla

- . Origine : à préciser (c'était un lot C.T.F.T. ; rechercher le numéro à Bujumbura au Département Forestier).
- . Superficie : 6 ha.
- . Importance : à part l'Indonésie, la Guyane et le Congo (+ le Brésil ?), très peu de pays au monde peuvent commercialiser des graines de cette espèce très importante pour le monde tropical ! L'intérêt de commercialiser cette espèce est capital.
- . Semis et plantation : voir Calliandra (idem).

. Programme des activités :

- .. éclaircir (un arbre sur deux) et désoucher dès 1995, puis un sur trois en 1996 ;
- .. éliminer les Eucalyptus (maideni ?) proches ;
- .. ne récolter qu'au centre de la parcelle de 6 ha pour éviter d'éventuelles pollutions polliniques ;
- .. protection contre les feux (coupe-feu) ;
- .. regarnir en P. patula les emplacements vides (deux lignes de pins plantées entre chaque parcelle) ;
- .. tester l'efficacité d'un recépage et d'une conduite en basses tiges (5 rejets par souche) ; cet essai de recépage devrait être réalisé dans les lignes extérieures, bien ensoleillées ; désoucher un arbre sur deux pour augmenter l'écartement et l'ensoleillement des cimes ; observer à quel âge ils fleurissent (après recépage) ;
- .. étudier la phénologie et l'effet du recépage à différents moments de l'année sur la production finale de fruits.

3°/ Eucalyptus saligna

- . Origine : à préciser à Bujumbura (c'était selon le responsable un lot provenant du C.T.F.T.).
- . Superficie : 9 ha.
- . Semis et plantation : voir Calliandra (idem).
- . Programme des activités : voir E. urophylla ci-dessus.
- . Attention : possibilité d'hybridation avec E. urophylla ; ne récolter qu'au centre de la parcelle ; essayer de traiter les arbres centraux en têtard ; ces "basses tiges" seront protégées par un écran de hautes tiges d'E. saligna et par les neuf lignes de P. patula (à l'Ouest).

4°/ Utilisation des 12 à 20 ha encore disponibles

- . Programmer pour 1994 ou 1995 des plantations à 2 x 2 m de peuplements semenciers artificiels, d'origine connue et certifiée, des espèces prioritaires. On tiendra compte de l'altitude et des possibilités d'hybridation (voir annexe 3).
- . On pourrait ainsi prévoir :
 - .. Maesopsis eminii (5 ha)
 - .. Grevillea robusta (6-8 ha) de la meilleure provenance (voir les résultats du Kenya, Tanzanie et Rwanda ; si nécessaire programmer une mission pour obtenir les résultats sur place dans ces trois pays).
 - .. Callitris calcarata (d'Australie et non du Burundi) : 2 ha max.
 - .. Acacia auriculiformis : 1 ha
 - .. Alnus acuminata (ou à défaut A. nepalensis) : 1 ha
 - .. Cedrela serrulata : 3 ha
 - .. Acacia melanoxylon (à isoler d'A. auriculiformis, par prudence) : 1 ha

- .. *Pinus elliottii* : 5 ha
- .. *Leucaena diversifolia* : 1 ha
- .. *Acacia mangium* (à isoler des autres acacias) : 1 ha
- .. *Macadania ternifolia* : éventuellement, s'il s'avère exact que cette espèce est en passe de devenir une espèce prioritaire au Kenya.

7.3. Conduite des peuplements semenciers

Il y a lieu de distinguer les PS à créer des PS existants, soit en forêt naturelle, soit en peuplement artificiel.

En forêt naturelle, on cherchera à déterminer la région ou le site (au fond des vallons pour *Entandrophragma excelsum* à Kibira) où l'espèce est relativement bien venante et où le nombre de tiges à l'ha est suffisant. La plupart des forêts naturelles étant classées "Parc National", aucune exploitation, ni aucune coupe de branches ne seront autorisées.

Il faudra adapter les moyens d'escalade et de récolte les moins dommageables à chaque espèce, cas par cas. S'il s'agit d'espèces ayant des graines orthodoxes, on réalisera une récolte volumineuse, tous les 3 ou 5 ans, afin de conserver ces graines pendant plusieurs années. S'il s'agit d'espèces ayant des graines récalcitrantes, on étudiera la phénologie (âge des premières fructifications) avant de décider de créer un peuplement semencier ex-situ, proche du CENAGRAF.

En forêt artificielle, on visera à obtenir des peuplements fructifères, traités en basses tiges, pour faciliter les récoltes (tout en réduisant le coût de la collecte des fruits). Les cimes des arbres étêtés seront mises en pleine lumière (la densité initiale de 2500 arbres par ha aura été réduite à 200 pieds environ). L'écimage suivra immédiatement la dernière éclaircie. Les tailles de formation veilleront à éviter le centre (voir annexe 4).

Sous un climat tropical ou sub-tropical, les traumatismes (infligés tels que l'annélation par exemple sur certains résineux des climats tempérés ou le cernage des racines) ne seront pas nécessaire pour favoriser encore l'abondance de la fructification. Il sera bien plus important de choisir avec soin le climat, l'altitude, le type de sol optimum pour chaque espèce.

Les anciens reboisements, situés aux alentours du nouveau peuplement semencier, seront parcourus. Si ils renferment des espèces pouvant s'hybrider naturellement, elles seront éliminées dans un rayon de 400 à 1 000 mètres. Les grains de pollen peuvent théoriquement être transportés par le vent, les insectes, les oiseaux, etc... sur de grandes distances, mais leur longévité et leur pouvoir fécondant est souvent fugitif.

Chaque peuplement semencier sera cartographié ; un topographe sera responsable de ce travail ; un fossé d'angle sera creusé et les arbres de bordure seront marqués (griffe, peinture, ...). Chaque peuplement semencier sera "confié" aux populations riveraines en vue de les responsabiliser afin de réduire les risques d'incendie : l'entretien des jeunes plants, les éclaircies, les tailles de formation, l'entretien des coupe-feu, les fossés d'angle, les récoltes, etc... seront exécutés avec le concours des riverains.

Il est primordial d'observer l'évolution de la floraison au sein des peuplements semenciers ; certaines années, la production de pollen sera jugée insuffisante ; dans ce cas, on ne récoltera pas les fruits cette année-là (s'il s'agit de cônes, certaines espèces exigent plus d'une année de maturité : voir annexe 3). De même, si les décalages phénologiques entre arbres sont trop importants, on pourrait ne récolter des graines issues que d'un nombre très réduit de pères (la consanguinité a très généralement des effets dépressifs).

La densité finale des arbres étant faible (environ 200), on pourra dans certains cas envisager la création d'une prairie artificielle à base de légumineuses annuelles fixatrices d'azote (à défaut, on pourra éventuellement procéder à une fumure minérale d'entretien). L'installation d'un pâturage amélioré permettra d'assurer une meilleure surveillance de la part des riverains (qui seraient autorisés à faire pâturer un nombre préalablement fixé de bovins ou de moutons) ; elle permettra également d'éviter les fauchages annuels.

Si les espèces ne supportent pas l'étêtage (annexe 4), ou si elles ne peuvent être conduites et maintenues à l'état de "basses tiges", dans ce cas, il sera nécessaire de diviser la superficie en "n" coupons, de surface identique (pour les espèces qui rejettent de souche) ; chaque récolte de graines correspondra à l'abattage des arbres d'un coupon. Le nombre de coupons sera fonction du nombre d'années (n) nécessaires pour assurer une nouvelle fructification aux rejets.

Enfin, pour les arbres qui ne rejettent pas de souche et qui ne supportent pas l'étêtage, il conviendra de former des spécialistes aux techniques de grimpage utilisées dans les pays développés.

8. CRITERES A RESPECTER POUR EFFECTUER UNE RECOLTE DE BONNE QUALITE

Les récoltes en forêt naturelle doivent se faire selon certaines règles qui sont indiquées ci-après :

- 1°) en forêt claire ou en savane, les arbres-mères devront être suffisamment espacés afin de minimiser le nombre d'individus apparentés au sein d'une même provenance et de rompre les cercles naturels de consanguinité : il faut éviter de récolter dans un groupe de demi-frères répartis naturellement aux alentours de l'arbre-mère. La distance minimale entre arbres-mères dépend pour beaucoup de l'espèce et du type de formation. On laissera généralement une distance de 100 mètres minimum entre les arbres sur lesquels on procède à la récolte ; en forêt tropicale humide, la densité d'arbres d'autres espèces peut constituer un obstacle pour le pollen ; les distances indiquées ci-dessus pourront être réduites ;
- 2°) on récoltera en général sur 25 à 40 individus, et plus si c'est possible pour chaque espèce ou provenance afin de disposer d'une large base génétique . Dans la pratique, on évitera les peuplements de faible superficie pour choisir des populations réparties sur un vaste territoire et comprenant une densité suffisante d'arbres-mères à l'hectare ;

- 3°) un principe essentiel consiste à récolter les graines sur l'arbre et non au sol; si ce n'est pas possible, on nettoiera au préalable soigneusement le sol sous l'arbre et on installera une bâche afin de recueillir les semences. Les fruits déjà tombés sont très souvent parasités et dans certains cas, des oxydations ou dessèchements induisent une dormance accrue ou une mortalité des semences. L'état de maturité des fruits est important pour assurer une germination correcte et permettre une conservation satisfaisante;
- 4°) on ne récoltera que sur des arbres-mères qui sont sains. Les arbres ne devront être ni trop jeunes, ni trop âgés et présenter une bonne fructification. Procéder à une récolte dans des peuplements trop jeunes équivaut souvent en forêt naturelle tropicale à récolter des graines issues d'autopollinisation du fait de la faible densité des arbres d'une espèce déterminée; enfin, toutes les informations susceptibles d'être utiles ultérieurement lors de l'interprétation et l'évaluation des essais seront soigneusement notées sur la fiche de récolte, où en plus du plan situant approximativement les arbres-mères, on notera les renseignements concernant les formations végétales, le sol, la description et le nombre d'arbres-mères, le lieu et la date de récolte, le nom du récolteur, etc...
- 5°) Pour permettre au CENAGRAF de certifier l'origine et la qualité des graines récoltées, la présence sur les lieux de récolte d'un des techniciens du CENAGRAF est absolument indispensable pour toute récolte.

Un modèle de fiche de récolte est donné en annexe n°5. Ces fiches devront être complétées sur le terrain, puis archivées par ordre chronologique au CENAGRAF.

Ces règles bien que contraignantes sont le garant d'une récolte de qualité. Cependant, on doit reconnaître que sur le plan pratique, elles ne sont pas toujours faciles à suivre. En fonction des milieux (forêt dense ou forêt claire), de la connaissance que l'on possède des périodes de fructification et de leur étalement, de la distance de dissémination du pollen, de la viabilité et du type de graines (orthodoxes ou récalcitrantes), ainsi que de la planification des récoltes, on peut-être amené à modifier ces règles.

9. SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES RELATIVES À L'AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE DES ESPÈCES LES PLUS IMPORTANTES

L'introduction d'une variabilité génétique importante pour chaque espèce exotique est une étape fondamentale de tout programme d'amélioration.

C'est l'ISABU qui est en charge de tous les essais, notamment forestiers et agroforestiers. Après consultation des rapports annuels et après discussions avec les ingénieurs du Programme Agroforesterie, Sylviculture et Erosion (PASE/PRPE), deux remarques peuvent être formulées :

- Le PASE gère un très grand nombre de parcelles d'essais. L'équipe actuelle (3 ingénieurs sont en formation longue durée) a réduit le rythme de mise en place des essais. Une phase de réflexion avec appui de chercheurs étrangers au PRPE est en cours.
- Parmi les essais installés, on peut constater qu'un grand nombre d'entre eux a pour finalité la comparaison d'espèces, parfois représentées par 1 à 3 provenances. Ces essais, installés dans divers sites, ont rarement en commun une provenance témoin (plantée dans chaque site, à titre de comparaison). Il s'en suit que si les comparaisons inter-espèces peuvent être réalisées, il n'en va pas de même pour les provenances. Il existe des essais de provenances pour 7 à 10 espèces ; face aux difficultés d'obtention de graines en provenance de l'aire naturelle, le PRPE installe sur le terrain des essais "incomplets", où la totalité de l'aire n'est pas représentée, sans attendre d'avoir réuni toutes les provenances représentatives de l'espèce. (Il est demandé aux instituts, tels que la banque de graines du CIRAD-Forêt, de fournir de plus grandes quantités de graines pour chaque provenance, afin de disposer au moment de la plantation d'un nombre suffisant de plants).

Le CENAGRAF constituera un outil efficace pour conserver pendant quelques années les différents lots de graines orthodoxes ² (c'est-à-dire jusqu'au moment où le PRPE aura réuni les principales provenances de l'aire naturelle d'une espèce).

En conclusion, il existe encore peu d'essais de provenances, représentant convenablement l'aire de distribution naturelle de l'espèce. Quelques espèces font exception : *Eucalyptus camaldulensis*, *Pinus caribaea var hondurensis*, ainsi que *Pinus kesiya*, *Calliandra calothyrsus*, etc... Il n'existe pas encore de synthèse relative aux essais plurispécifiques mais elles sont en cours. L'aide ponctuelle d'un expert en amélioration du matériel végétal est très vivement recommandée afin de réorienter le programme d'amélioration du matériel végétal du PRPE, car cet effort de recherche, onéreux, pourrait être plus productif.

Un programme d'installation d'essais prioritaires pourrait être prévu pour 1995. Il est indispensable de réfléchir à une coopération étroite entre l'ISABU, le CENAGRAF et les projets, étant donné qu'il y a pénurie de terrains destinés aux essais.

Une synergie entre les 3 institutions citées ci-dessus serait bénéfique :

- Le CENAGRAF commanderait en concertation avec l'ISABU et conserverait les provenances (plusieurs années, si c'est nécessaire).
- Les grands projets de reboisement (1 000-5 000 ha) pourraient aisément réserver aux essais de 0,5 à 1 % des superficies annuelles. Ils pourraient en assurer les entretiens et le gardiennage pendant la durée du projet. Ils mettraient à la disposition de l'ISABU un emplacement en pépinière. Cette association a été réalisée entre 1980 et 1990.

² Ce sont des graines qui tolèrent un abaissement progressif de leur teneur en eau (de l'ordre de 5 %) et une conservation au froid.

	ANNEE 1												ANNEE 2											
ACTIVITES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Saison des pluies	●	●	●	●	●				●	●	●	●	●	●	●	●	●				●	●	●	●
Localisation Cenagraf				●																				
Commande de l'équipement				●	●	●	●																	
Formation du personnel	●	●	●																					
Commande de graines (espèces exotiques)					●	●	●						●	●										
Consultation des dossiers et présélection des P.S.					●	●	●	●	●															
Prospection après présélection Redaction de notes						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				
Calcul du rendement										●	●	●						●	●			●	●	●
Démarches pour obtenir un classement officiel									●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					
Missions de suivi										●						●								
Réactualisation de la liste des espèces prioritaires																●								

Une fois sélectionnés, et après un dernier contrôle afin de vérifier qu'il s'agit bien de l'espèce que l'on souhaite (herbier, anatomie du bois), les peuplements à graines seront gérés (cartographie, délimitation par des fossés d'angle, éclaircie, fertilisation, démarche pour leur classement officiel par arrêté, etc...).

Les observations phénologiques seront réalisées sur des arbres et des peuplements témoins, repérés, répartis sur tout le pays à différentes altitudes. Ces observations seront effectuées pendant 3 années consécutives. On notera tous les éléments phénologiques importants (chapitre 13.7 (12) et annexe 7).

Le choix et la préparation des terrains réservés aux nouveaux peuplements semenciers à créer se feront avec soin. Toutes les espèces concurrentes seront éliminées, sauf celles qui formeront un écran situé à la limite des plantations ; on veillera à assurer, d'une part des éclaircies précoces et une mise en lumière totale des peuplements semenciers, et d'autre part, les entretiens indispensables.

Une pépinière modèle sera installée et suivie très régulièrement par le CENAGRAF, en coopération si nécessaire avec l'ISABU ; au cours de la 2ème année, des cycles de formation (avec délivrance de diplômes) seront organisés au niveau national.

Une enquête paysanne, en collaboration avec l'Université (Département de Botanique: Mme Marie-José BIGEMDAKO) permettra de déterminer les espèces qui sont réellement souhaitées par les communautés rurales des principales régions du pays.

Quelques récoltes auront lieu au cours de la première année, mais ce n'est qu'avec la maîtrise des périodes de fructification que l'on parviendra progressivement à établir un calendrier optimal de récolte. C'est au cours des deuxième et troisième années, lorsque tout le matériel sera disponible et l'équipe du CENAGRAF bien rôdée que l'on pourra réaliser les récoltes de toutes les espèces demandées.

Les tests de contrôle (teneur en eau, test de viabilité, etc...) seront exécutés en se rapprochant au plus près des règles de l'ISTA. L'annexe n° 8 fait mention de ces tests.

La gestion sur micro-ordinateur avec un logiciel adapté (du type de celui qui est utilisé au CIRAD-Forêt) exigera une formation en Europe. Par contre, la gestion rigoureuse des registres et des fiches de gestion des stocks (annexe n° 9) sera confiée à un (deux) technicien(s) très consciencieux.

La mise sur pied d'un service de commercialisation à l'échelon national, assurant une réponse écrite rapide (positive ou négative), puis l'envoi de graines dans de bonnes conditions et aux dates optimales, monopolisera progressivement à temps plein un technicien supérieur pendant les mois précédant les semis ; le reste de son temps sera consacré à la gestion des fichiers, aux tests de contrôle de la qualité, aux essais de germination et/ou de conservation de graines récalcitrantes, etc...

Il est vital de prévoir dès la première année les essais relatifs à la taille de formation de certaines espèces (voir annexe n° 4). Ceci permettra de récolter des graines sur des "basses tiges" et non sur des "hautes tiges", d'où économie et sécurité accrues.

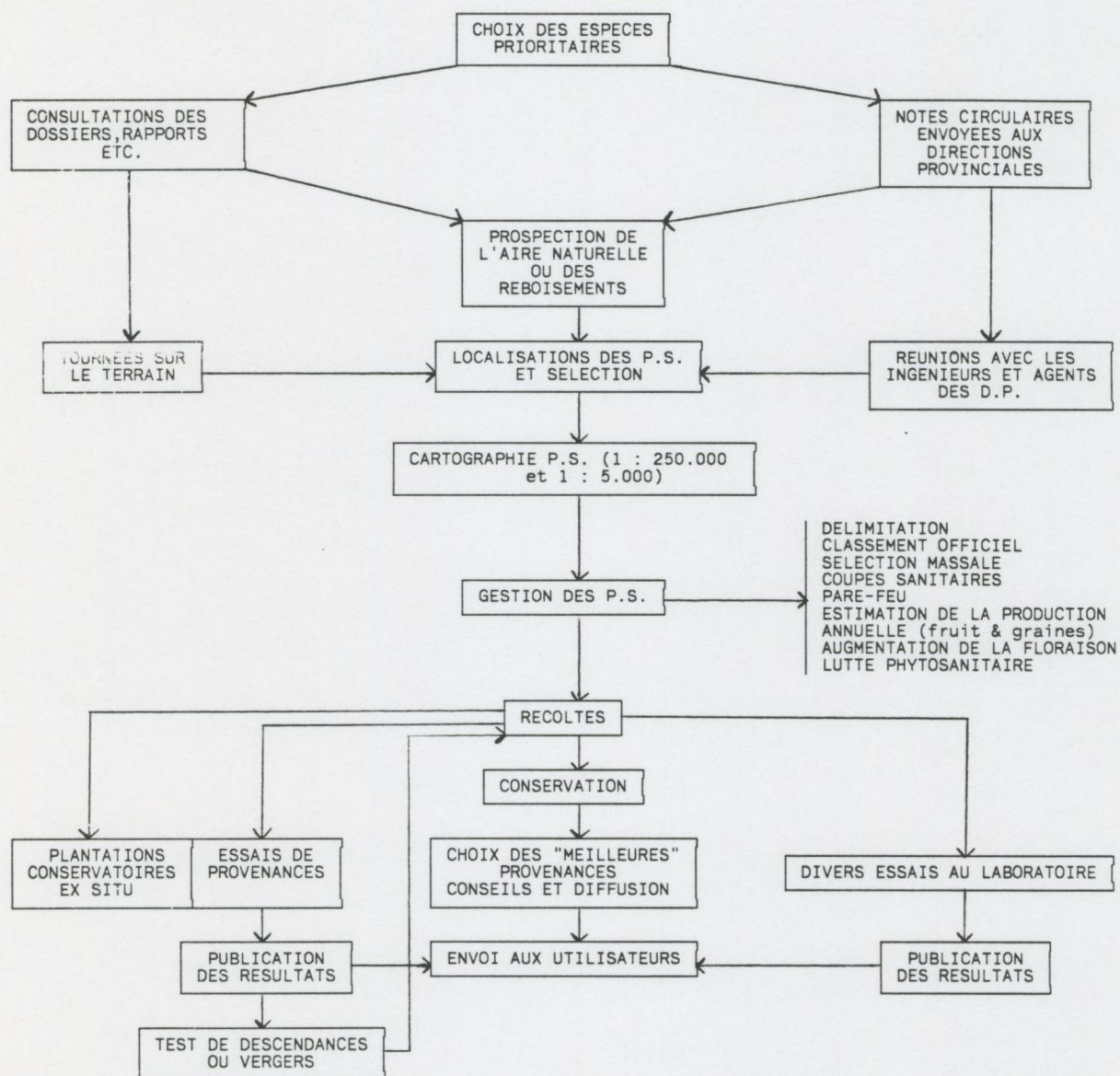
La rédaction de notes, synthétisant les essais de germination de graines orthodoxes ou récalcitrantes, les observations phénologiques, la situation sanitaire des fruits ou des graines au moment de leur récolte, etc... devront faire partie du programme de l'ingénieur responsable du CENAGRAF.

Des mémoires de fin d'étude et des sujets de thèses pourront être proposés aux étudiants et les résultats seront publiés.

Afin de préparer l'autofinancement du CENAGRAF après une période de lancement de 5 ans, il est important de bien contrôler les dépenses. Le rendement d'une équipe-type pour chaque opération (récolte, dépulpage, décorticage, etc...) sera progressivement déterminé. De même, il sera intéressant de connaître la quantité de graines séchées (teneur en eau de 6 %) obtenue à partir d'une quantité connue de fruits récoltés au moment de leur pleine maturité. Ces ratios permettront de mieux fixer les tâches journalières par ouvrier ou par équipe (annexe n° 10).

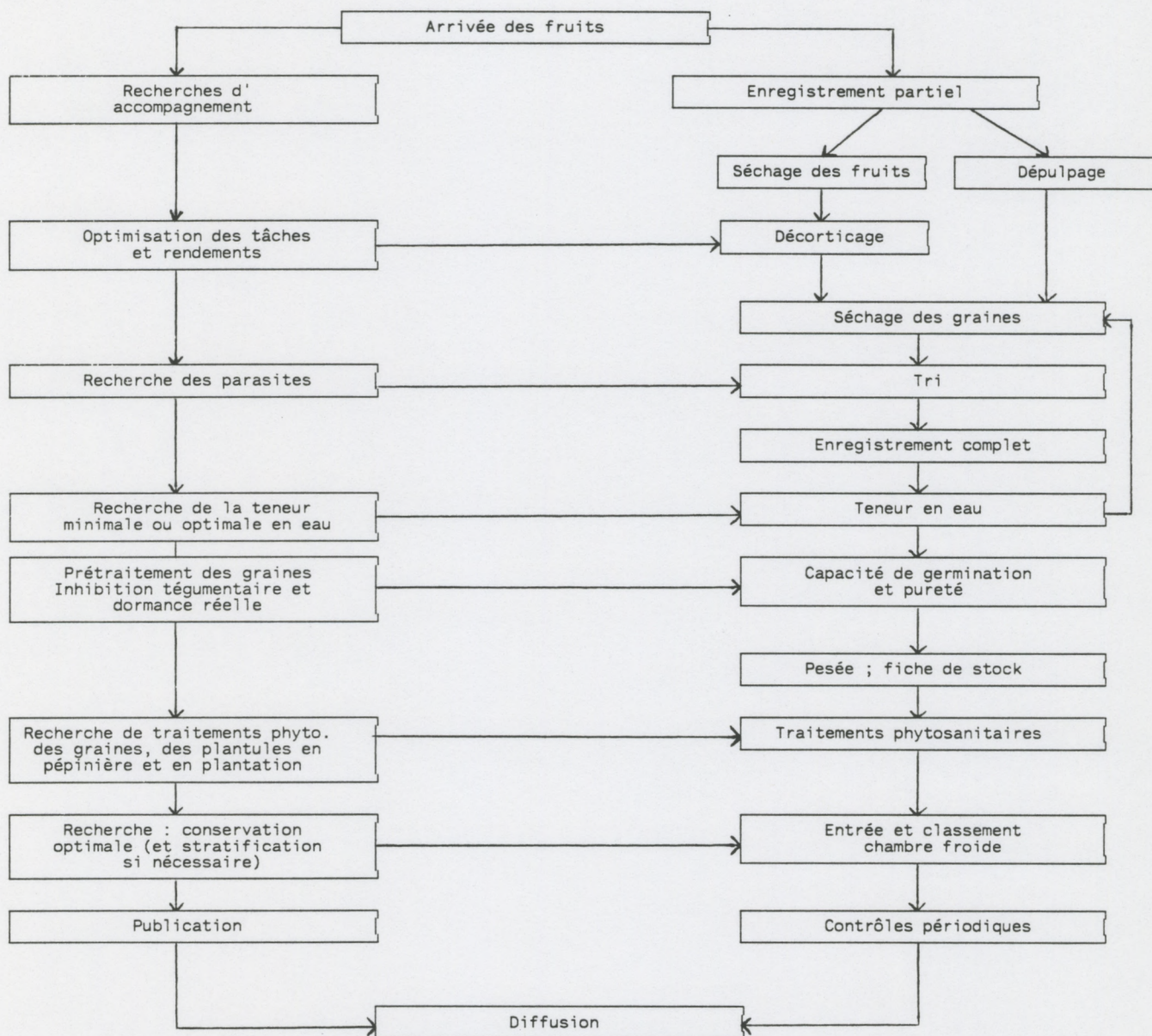
Des missions ponctuelles de suivi permettront de réajuster ou de réorienter le programme ; deux à trois missions pendant les deux premières années pourraient être programmées. Au cours de la deuxième année, si les résultats de l'enquête auprès des communautés rurales sont disponibles, on pourrait ainsi cumuler la mission de l'expert avec la réunion bisannuelle de réactualisation de la liste des espèces prioritaires.

Tableau synthétique des activités de prospection, sélection, récolte, diffusion



Légende : P.S. = Peuplement Semencier

Synthèse des activités de Technologie, Physiologie, Conservation et Phytopatologie



11. LOCALISATION DU CENAGRAF ET DES PEUPLEMENTS SEMENCIERS A CREER

Le CENAGRAF pourrait être installé à proximité de deux villes, soit au sein du Département des Forêts à Bujumbura, soit aux environs de Gitega à côté de l'IRAZ.

Il appartient aux autorités du Burundi de fixer définitivement le lieu d'implantation de ce centre en fonction de considérations politiques, sociales, économiques et scientifiques.

Nous nous limiterons à énoncer les principaux avantages et les inconvénients de chaque site.

11.1. Gitega (IRAZ)

- . Centre géographique du pays, les distances pour les récoltes, les livraisons, etc... sont généralement plus courtes par rapport aux autres régions, provinces et centres administratifs. Le budget prévu pour les indemnités de déplacement et pour les véhicules (kilométrage annuel, durée de vie des véhicules, etc...) sera plus faible. Cet aspect est primordial si un auto-financement du centre doit prendre le relais du financement étranger prévu pendant les cinq premières années. Les régions qui nécessiteront des déplacements plus longs sont l'Imbo-Nord (Bubanga et Cibitoke) et la zone périphérique de Bujumbura, p. ex. Gakara. Tous les autres déplacements (Kibira, provinces du Nord, de l'Est et du S-E) seront plus courts.
- . Deuxième ville du pays regroupant plusieurs instituts dont l'INA et l'IRAZ, la création de ce centre de graines à Gitega pourrait bénéficier de la présence des enseignants et des étudiants. Ces derniers pourraient ainsi réaliser leur mémoire ou thèse au CENAGRAF (physiologie, prétraitement, dormance, phénologie, etc...).
- . La présence de l'Institut de Recherches Agronomiques et Zootechniques (IRAZ), institution régionale oeuvrant au Burundi, au Rwanda et au Zaïre, peut constituer un appui non négligeable pour le CENAGRAF.
Dans ce contexte régional on pourrait imaginer que le CENAGRAF devienne ultérieurement le centre pilote régional (rôle de formation régionale et d'animation) et qu'il conseille la "Centrale de graines de l'ISAR" et les futurs centres de graines à créer au Zaïre.
- . La présence, au sein de l'IRAZ, d'un programme "Ressource phytogénétique" et de spécialistes s'intéressant aux collections des ressources phytogénétiques (cultures vivrières, fourragères, plantes médicinales et espèces forestières fourragères) est un atout important.
La diversité génétique est gravement menacée au Burundi du fait de nombreux facteurs, dont la pression démographique sur les forêts. La conservation à long terme des graines orthodoxes est déjà en cours. Les techniques de caractérisation, les tests de germination, la conservation, etc... sont bien maîtrisés.
- . En cas de panne de longue durée du compresseur de la chambre froide du CENAGRAF, la présence de 3 chambres à l'IRAZ permettraient de transférer les graines du CENAGRAF à l'IRAZ.

- . Les 278 ha de terres quasi inoccupées par l'IRAZ, non revendiquées par les populations riveraines, et situées autour des bâtiments de l'IRAZ, sont libres. Le Directeur de l'IRAZ est d'accord pour mettre ces terrains gratuitement à la disposition du CENAGRAF pour la plantation des peuplements semenciers prévus ci-avant (chapitre 7.2).
- . Le climat, moins chaud et moins humide de Gitega, se prête mieux à la conservation des graines.
- . La proximité de la parcelle de Bungere située à quelques kilomètres de Gitega (chapitre 7.2), d'une trentaine d'hectares, dont la moitié vient d'être plantée fin 1992 avec 3 espèces d'origines certifiées très importantes pour le Burundi, est un atout non négligeable.
- . Les coûts (achat du terrain, location de villas ou de bureaux ...) sont moindres qu'à Bujumbura.
- . La décentralisation (par rapport au Département des Forêts de Bujumbura) peut être considérée par certains comme un avantage et pour d'autres comme un inconvénient. La route étant asphaltée, le téléphone et l'acheminement du courrier s'effectuant sans problème, cette décentralisation ne nous semble pas constituer un handicap.

11.2. Bujumbura

- . L'installation de la chambre froide (démontable, mais avec précaution), encore peu fonctionnelle (pannes assez fréquentes), dans les bureaux du Département des Forêts, prône en faveur de son maintien à Bujumbura.
- . Le rôle de capitale est un avantage grâce aux contacts professionnels variés (Université, ISABU, etc...), à l'attrait culturel (écoles, centres culturels, etc...) et à la présence d'un plus grand nombre de fournisseurs-réparateurs.
- . Le suivi phénologique et sylvicole des peuplements semenciers artificiels nouvellement créés (Bungere, etc...) sera effectué moins fréquemment du fait des distances.

12. AUTOFINANCEMENT

12.1. Hypothèses

L'autofinancement du CENAGRAF ne pourra être envisagé au plus tôt qu'après une première phase de 5 ans, qui devra être soutenue par un financement extérieur.

Après discussion en Février 1993 avec les Autorités responsables (voir le Préambule), il a été décidé de mettre sur pied un projet "raisonnable", daté d'un équipement rustique. On évitera ainsi d'acheter un matériel trop sophistiqué inadapté au pays.

L'autofinancement ne peut se concevoir si dès le début du projet l'équipe est trop importante et le parc de véhicules, pléthorique.

Si ce centre doit ultérieurement devenir un centre-pilote pour l'ensemble de la sous-région, une aide supplémentaire pourra être demandée.

Le coût annuel des dépenses sera calculé en fin de projet (années 4 et 5 du projet). On peut néanmoins l'estimer sommairement dès à présent. Mais les hypothèses de bases ne reposent sur aucune donnée fiable. Cet "exercice" n'a pas de sens, si ce n'est pour montrer que le prix actuel des graines, vendues au Burundi, est trop faible.

Le montant total annuel des ventes ne pourra pas couvrir l'ensemble des dépenses. Il faut donc prévoir d'autres entrées, telles que :

- le remboursement des frais de suivi des étudiants ;
- le paiement des stages de formation (pour de futurs spécialistes zairois, centrafricains, gabonais, ...) ;
- la rétribution pour la formation des pépiniéristes nationaux ;
- la vente de plants ornementaux dans tout le pays ;
- et surtout la vente de graines rares/et ou améliorées (*Eucalyptus urophylla*, *Grevillea robusta*, etc...) destinées à l'exportation, ainsi que l'augmentation du prix de vente des graines issues des peuplements semenciers définitifs.

Parmi les principales hypothèses, nous retiendrons celles-ci :

- achat en fin de projet de deux nouveaux véhicules en remplacement de deux des trois véhicules de la première phase ;
- maintien d'une équipe réduite, entièrement payée par la fonction publique, constituée de :
 - . un ingénieur des Eaux et Forêts ;
 - . deux techniciens supérieurs (l'un responsable des récoltes, l'autre de la commercialisation ; les tests seraient réalisés par les deux techniciens en fonction de leur disponibilité) ;
 - . un laborantin pour les manipulations des lots et pour la préparation des tests ;
 - . un planton ;
 - . une dactylographe ;
 - . un comptable ;
 - . un pépiniériste ;
 - . un gardien de bâtiments ;
 - . trois gardiens de peuplements semenciers ;
 - . deux chauffeurs.

12.2. Estimation des dépenses annuelles

F. Bu

- Personnel national (pris en charge par la fonction publique) :	p.m.
- Indemnités de déplacements :	
.. cadres A0, A1 (1 500F/nuit) : 1 cadre x 100 dépl./an =	150.000
.. cadres A2, A3 (1 000F/nuit) : 4 cadres x 150 dépl./an =	600.000
- Main d'oeuvre occasionnelle (160F/jour) :	
.. récoltes (100 jours/an et 10 ouvriers/chantier) =	160.000
.. décortilage, vannage, etc... (120 jours/an x 8) =	153.600

- Fonctionnement des deux véhicules (25.000Km/an chacun) :	
.. carburant (150FBu/litre et 15l/100Km) : 2 x 15 x 250 x 150 =	1.125.000
.. réparations, entretiens (30FBu/Km) : 2 x 25.000 x 30 =	1.500.000
.. assurances (175.000FBu/an/véhicule) =	350.000
- Fax, téléphone, courrier (50.000FBu/mois) =	600.000
- Electricité + groupe électrogène + eau (50.000FBu/mois) =	600.000
- Réparations diverses (équipement, bâtiment, ...) =	1.000.000
- Participation à un séminaire par an =	1.250.000
- Documentation et édition d'un catalogue bi-annuel =	600.000
- Petites fournitures (sachets, etc..., bureau) =	400.000
- Imprévus (10 %) =	848.400
- <u>TOTAL ANNUEL</u> (sans les salaires et charges sociales) =	<u>9.337.000</u>

12.3 Conclusions

En fonction des prix actuellement pratiqués par le Département des Forêts pour les graines récoltées au Burundi, si l'on se base sur un prix moyen de 3.000 FBu/Kg (annexe 15), il faudrait vendre plus de trois tonnes de graines par an !

En fait, les graines provenant de peuplements semenciers définitifs (voir chapitre 7.1) pourraient être vendues minimum 50.000 FBu par kilogramme (voir annexe 15), à condition de donner des explications relatives au mode de semis de ces graines, afin que les clients obtiennent un nombre raisonnable de plants par kilo de graines semées.

Les graines provenant de peuplements semenciers provisoires pourraient être vendues aux divers projets à des prix variant de 10.000 à 30.000 FBu/Kg en fonction de l'origine du peuplement semencier.

On pourrait imaginer dans ce cas qu'il suffirait de vendre chaque année :

- 20 Kg (qualité supérieure) x 50.000	= 1.000.000 F.Bu
- 120 Kg (qualité moyenne) x 30.000	= 3.600.000 F.Bu
- 500 Kg (Maesopsis et qualité normale) x 10.000	= 5.000.000 F.Bu

soit 640 Kg pour 9.600.000 FBu.

Après une première phase d'une durée de cinq ans financée par une aide extérieure, il semble donc plausible de prévoir une possibilité d'auto-financement du CENAGRAF ; il faut cependant ajouter que les hypothèses doivent être vérifiées au cours des deux dernières années de la première phase du projet. A ce stage-ci, nous disposons de trop peu d'éléments pour établir un diagnostic valable.

13. COUT DU PROJET

13.1 Introduction

En fonction de ce qui a été dit au cours des chapitres qui précèdent et des lignes directrices rappelées dans le "Préambule", nous avons cherché à définir avec une certaine précision le coût probable de ce projet.

Le lieu définitif n'étant pas encore fixé, le coût estimé ci-après, pourra être révisé ultérieurement.

La première phase de ce projet devrait s'étaler sur une période de cinq ans, financée par une aide extérieure.

L'auto-financement du CENAGRAF, esquissée au chapitre précédent, devra être étudiée très sérieusement au cours des deux dernières années de la première phase, lorsque certains coûts et rendements auront été cernés avec précision.

13.2 Investissement (en milliers de F.Bu)

	Note expli- cative	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	TOTAL
BATIMENTS							
.. Bureaux : 204m ²	(1)	10.200	-	-	-	-	10.200
.. Local 30m ² pour sas et ch. froide	-	1.500	-	-	-	-	1.500
.. Hangar ventilé : 30m ²	(2)	1.200	-	-	-	-	1.200
.. Aire de séchage découverte : 50m ²	-	750	-	-	-	-	750
.. Aire de travail couverte 50m ²	-	1.750	-	-	-	-	1.750
.. Abri groupe électrogène	-	500	-	-	-	-	500
CLOTURES	(3)	550	1.100	1.100	-	-	2.750
OUVERTURE DE PARE-FEU	(4)	100	100	100	-	-	300
MATERIEL DE TRANSPORT (H.T)							
.. Nissan Patrol V6 Diesel 4x4	-	10.000	-	-	-	-	10.000
.. 2 Pick Up Toyota	-	12.000	-	-	-	12.000	24.000
.. 2 Motos 125 cc	-	1.800	-	-	-	-	1.800
.. 3 Vélos Simba	-	180	-	-	-	-	180
MATERIEL SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE	(5)	32.380	-	-	-	-	32.380
EQUIPEMENT D'UNE CHAMBRE FROIDE	(6)	11.190	-	-	-	-	11.190
MATERIEL DE BUREAU	(7)	7.500	-	-	-	-	7.500
MOBILIER DE BUREAU	(8)	2.800	-	-	-	-	2.800
TOTAL INVESTISSEMENT		94.400	1.200	1.200	-	12.000	108.800

13.4 Fonctionnement (en milliers de F.Bu)

	Note expli- cative	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	TOTAL
<u>SALAIRE (sauf cadres)</u>	(22)						
.. 1 laborantin (54 mois)		150	300	300	300	300	1.350
.. 1 pépiniériste (48 mois)		-	120	120	120	120	480
.. 1 comptable (54 mois)		150	300	300	300	300	1.350
.. 1 secrétaire (60 mois)		120	240	240	240	240	1.080
.. 1 planton (54 mois)		-	120	120	120	120	480
.. 3 chauffeurs (3 x 60 mois)		720	720	720	720	720	3.600
.. 5 gardiens (5 x 60 mois)		-	600	600	600	600	2.400
.. 1 topographe (12 mois)		-	360	-	-	-	360
.. Charges sociales							p.m.
.. 1 Volontaire du Service National		p.m.	p.m.	-	-	-	p.m.
<u>INDEMNITE DE RESPONSABILITE</u>							
.. Directeur		p.m.	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.
<u>INDEMNITE DE DEPLACEMENT</u>	(23)						
.. Directeur (1x100x1.500)		150	150	150	150	150	750
.. 2 techniciens (2x150x1.500)		450	450	450	450	450	2.250
.. 3 chauffeurs (3x150x1.000)		450	450	450	450	450	2.250
.. 1 comptable (1x50x1.000)		50	50	50	50	50	250
.. 1 topographe (1x200x1.500)		-	300	-	-	-	300
.. 1 V.S.N (1x320x1.500)		240	240	-	-	-	480
<u>FONCTIONNEMENT DES VEHICULES</u>	(24)						
.. 1 Patrol 4 x 4		675	675	675	675	675	3.375
.. 2 Pick Up		1.680	1.680	960	960	960	6.240
.. 2 motos		240	240	240	240	240	1.200
.. Assurances							
.. Réparations, entretiens }		3.050	3.050	3.450	3.450	3.450	16.450
<u>ENTRETIENS</u>	(25)						
.. Locaux							
.. Equipement et outillage }		-	200	400	600	800	2.000
<u>FRAIS GENERAUX</u>							
.. Electricité + eau	(26)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	5.000
.. Téléphone, fax, lettres		-	800	700	600	600	3.700
.. Fournitures de bureau		2.000	500	500	500	500	4.000
.. Achat livres et revues	(27)	375	375	375	375	375	1.875
.. Réceptions		-	100	100	100	150	550
.. Location de maisons	(28)	1.980	2.080	1.680	1.680	1.680	9.100
.. Location de camions	(29)	900	1.800	-	-	-	2.700
<u>FORMATION</u>							
.. Stage à l'étranger (Dir + 2 TS)	(30)	1.800	1.800	1.800	-	-	5.400
.. Participation à un atelier ou symposium	(31)	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	6.250
.. Bourse de formation	(32)	-	-	-	3.000	3.000	6.000
<u>MISSION DE SUIVI</u>	(33)	4.550	4.550	-	4.550	-	13.650
<u>ENQUETE EN MILIEU PAYSAN</u>	(34)	-	160	-	-	-	160
<u>TOTAL FRAIS FONCTIONNEMENT</u>		23.080	24.660	16.630	22.480	18.180	105.030

13.5 Récapitulation des coûts (en milliers de F.Bu)

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	TOTAL
Investissement	94.400	1.200	1.200	-	12.000	108.800
Coûts directs	8.484	6.286	4.309	1.549	2.915	23.543
Fonctionnement	23.080	24.660	16.630	22.480	18.180	105.030
COÛT TOTAL	125.964	32.146	22.139	24.029	33.095	237.373

En Février 1993, 237.373.000 F.Bu correspondaient grossièrement à un peu plus d'un million de dollars US, répartis sur cinq ans (environ 5.600.000 FF).

13.6 Contribution du Burundi

- Terrains pour le CENAGRAF et les nouveaux peuplements semenciers ;
- Mise à la disposition du CENAGRAF des parcelles déjà plantées et convenant comme peuplements semenciers ;
- Autorisation de récolte dans les parcs naturels ;
- Salaire d'un ingénieur et de deux techniciens supérieurs pendant cinq ans ;
- Prise en charge de tous les salaires dès l'an 6 (voir auto-financement) ;
- Prise en charge de la procédure de classement des peuplements semenciers définitifs.

13.7 Notes explicatives

(1) Superficies des bureaux et du laboratoire

		(m ²)	
- Bureau Directeur	: 5 x 5	= 25	
- Bureau Technicien (A)	: 5 x 3,5	= 17,5	
- Bureau Technicien (B)	: 5 x 3,5	= 17,5	
- Bureau Secrétaire	: 4 x 3	= 12	
- Bureau Comptable	: 4 x 3	= 12	
- Salle réunion + biblio.	: 10 x 6	= 60	
- Couloirs et sanitaires	:	= 20	
- Laboratoire	:	= 40	
			TOTAL = 204 m ² à 50.000 F.Bu/m ²

(2) Hangar ventilé

Le coût par m² est réduit, car il n'y aura qu'une dalle bétonnée et un toit dépassant largement la surface de la dalle ; les parois verticales seront composées de madriers espacés de 5 cm laissant circuler l'air. Coût par m² : 40.000 F.Bu.

(3) Installation d'une clôture

Autour du CENAGRAF et autour des peuplements semenciers : 5 Km de clôture (haies vives + fil de fer barbelé) à 550.000 F.Bu/Km (répartis en trois années).

(4) Ouverture de pare-feu

Autour des peuplements semenciers et vergers à graines, il est prévu d'ouvrir 15 ha de pare-feu répartis sur les trois premières années ; coût d'un ha (10 x 1.000 m) : 20.000 F.Bu.

(5) Matériel scientifique et technique

	<u>F.Bu</u>
- Chambre froide : voir ci-après (6)	-
- 2 balances électroniques (de précision)	1.100.000
- 1 balance mécanique de 0 à 10 Kg	400.000
- 1 bascule rustique (max. 100 Kg)	400.000
- 1 incubateur (température et lumière réglables)	1.700.000
- 80 tonnelets hermétiques	300.000
- Boîtes de germination (17,5 x 10 x 5,5 cm)	190.000
- Echelles forestières en aluminium démontables	650.000
- Perches télescopiques en aluminium	200.000
- Equipement de sécurité (récoltes)	200.000
- Elagueuses, échenilloirs	200.000
- Bâches plastiques	400.000
- Sacs en toile tissée	500.000
- 1 stéréomicroscope	1.800.000
- Seed Gun (fabriqué par le Danida F.S.C.)	450.000
- 1 thermohygrographe + 2000 diagrammes	630.000
- 1 loupe éclairante	20.000
- 1 étuve 60 litres (40-220° réglable)	500.000
- 1 appareil à distiller l'eau	530.000
- Tamis métalliques calibrés	210.000
- 1 réchaud électrique	30.000
- Thermomètres, entonnoirs, loupe, éprouvettes graduées, petit matériel de laboratoire	250.000
- 1 appareil à souder les sacs en polyéthylène	20.000
- Petit outillage agricole pour les récoltes (scies égoïnes, sécateurs, ...)	400.000
- Outillage pour la pépinière modèle (tuyau d'arrosage, rateau, pioche, brouettes, etc...) et pour le décorticage des graines (mortiers, ...)	1.000.000
- Fiches imprimées (gestion des lots), étiquettes	850.000
- Cartes au 1 : 50.000 et 1 : 250.000	100.000
- Tablier anti-acide en méraklon	45.000
- Vêtements chauds pour inventaire en chambre froide et bottes fourrées pour deux techniciens	125.000
- 1 paire de jumelles, boussole, décamètre, chaîne, topomètre, Blume-Leiss, etc...	1.300.000
- 2 diviseurs d'échantillons à riffles	380.000
- Colonne densimétrique (INRA)	3.000.000
- Trieur-séparateur (Tripette et Renaud) avec ventilateur et grilles calibrées	4.500.000
- Transport groupé de ce matériel à importer	p.m.
<hr/>	
- TOTAL (H.T. ET SANS LES FRAIS DE TRANSPORT)	22.380.000
- Frais de transport et taxes (forfait)	10.000.000
<hr/>	
- TOTAL GENERAL	32.380.000

(6) Equipement d'une chambre froide

Il est possible de déménager l'actuelle chambre froide de Bujumbura à Gitega, si le site de l'IRAZ est retenu. Cette option n'est toutefois pas souhaitable. Si le CENAGRAF s'installe à proximité de l'IRAZ, une chambre froide, un groupe électrogène, deux compresseurs (dont un de secours, à mettre en parallèle) et deux déshydrateurs (dont un de secours) devront être achetés :

- Une chambre froide modulable 3 x 3 x 2,6 = 23,4m ³ (avec un déshumidificateur MUNSTER M. 120) prête à être installée	4.250.000 (H.T.)
- Un régulateur de tension 100 KVA/380V	980.000
- Un déshydrateur et matériel froid de secours	1.910.000 (H.T.)
- Montage sur le site (deux personnes, six jours)	1.600.000
- Etagères métalliques modulables pour chambre froide	500.000
- Table pour balance dans chambre froide	100.000
- Un groupe électrogène	900.000
- Transport groupé (chambre froide, déshydrateur, groupe électrogène)	950.000
- TOTAL	11.190.000

(7) Matériel de bureau

	<u>F.Bu</u>
- 1 micro-ordinateur + 1 imprimante	2.500.000
- 1 machine à écrire (non électrique)	500.000
- 1 photocopieur	2.500.000
- Logiciels et machines (4) à calculer	500.000
- 1 rétro-projecteur + écran	1.500.000
- TOTAL	7.500.000

(8) Mobilier de bureau

	<u>F.Bu</u>
- 5 bureaux, 5 fauteuils, 10 chaises, 5 armoires, 5 étagères en bois (pour les 5 bureaux)	1.300.000
- 2 grandes tables (salle de réunion), 20 chaises et 2 armoires vitrées (bibliothèque)	1.000.000
- 1 tableau, 2 tables de laboratoire (formica), 2 tables pour le photocopieur, 5 étagères de laboratoire	500.000
- TOTAL	2.800.000

(9) Prospection et sélection des peuplements semenciers

- Les techniciens supérieurs et le V.S.N. chargés de cette opération passeront une très grande partie de leur temps sur le terrain pendant les 18 premiers mois, pour rechercher les meilleurs peuplements semenciers. Les frais de déplacement ont été calculés au chapitre 13.4 (fonctionnement).

Le V.S.N. passera 320 jours sur le terrain durant les 14,5 mois de son temps Outre-Mer.

Les deux techniciens supérieurs consacreront chacun 150 jours par an dont 75 pour la sélection des peuplements semenciers (le solde pour les récoltes, préparation de terrain, plantation, ...).

Pour les aider dans leur tâche, ils seront tous trois accompagnés par un manoeuvre non spécialisé (160F/jour) soit :

- . 1ère année : $160 + 75 + 75 = 310$ H/jour ;
- . 2ème année : $160 + 75 + 75 = 310$ H/jour.

(10) Cartographie et tirage de plans

Le topographe débutera son activité en 2ème année et passera 200 journées sur le terrain, aidé de quatre manoeuvres pour les délimitations (fossés d'angles, arbres de bordure marqués à la peinture ou à la griffe) et mesures ; au total, il faut prévoir $4 \times 200 = 800$ H/jour \times 160 F/jour = 128.000 F.Bu. Le reste du temps du topographe sera consacré au dessin des plans ; pour le tirage des cartes (à sous-traiter), un budget de 400.000 F.Bu est prévu.

(11) Gestion des peuplements semenciers

Lorsqu'ils seront sélectionnés, il faudra éliminer tous les arbres étrangers, mal-conformés, etc... pour ne garder que les meilleurs phénotypes.

Dans certains cas (pour les peuplements semenciers existants), il faudra désoucher pour espacer les pieds afin qu'ils profitent au maximum de l'ensoleillement. Enfin, il sera indispensable de pratiquer des tailles de formations afin de faciliter la récolte (sur des basses tiges). Les éclaircies précoces dans les nouveaux peuplements semenciers nécessiteront un nombre non négligeable de manoeuvres. On apportera une fertilisation pour augmenter la fructification.

Les coupe-feu ont été prévu au chapitre "13.2 : Investissement" ; leur entretien est prévu ci-après (Note explicative n°14).

Il est impossible de prévoir le coût total de cette opération, car on ne connaît pas le nombre de peuplements semenciers, ni leur superficie.

On tablera sur des chantiers de 40 ouvriers pendant 10 jours par peuplement semencier.

On pourrait traiter ainsi :

- . 5 espèces la première année : $400 \times 5 \times 160 = 320.000$ F.Bu ;
- . 10 espèces la deuxième année : $400 \times 10 \times 160 = 640.000$ F.Bu ;
- . 10 espèces la troisième année : $400 \times 10 \times 160 = 640.000$ F.Bu ;

(12) Phénologie

Un habitant proche du peuplement semencier à suivre sera sélectionné ; il disposera des fiches (annexe 7) ; il effectuera quatre observations par mois en moyenne (1 à 2 hors saison et 7 à 8 en pleine saison) pendant trois ans.

Manoeuvre spécialisé (sachant lire et écrire) : 300 F/jour ou 1.200 F/mois (14.400 F.Bu/an) ; il sera contrôlé régulièrement sur le terrain par les agents techniques du CENAGRAF.

Les 30 espèces les plus importantes feront l'objet de relevés phénologiques.

Coût total annuel : $14.400 \times 30 = 432.000$ F.Bu.

(13) Plantation de nouveaux peuplements semenciers

Les espèces qui n'ont jamais été introduites au Burundi et celles qui ne sont représentées que par un micro-peuplement (arbres de bordure, parcelle d'arboretum, ...) d'origine inconnue, seront réintroduites dans deux sites. La superficie de ces nouveaux peuplements semenciers variera avec l'importance de l'espèce et les quantités de graines exigées : 1 ha sera souvent suffisant ; pour d'autres, il faudra planter de 2 à 5 ha. On tablera sur une moyenne de 2 ha pour 25 espèces, soit 50 ha.

On essaiera de répéter ces plantations dans deux sites différents pour éviter les risques de destruction (feu).

Superficie totale : 100 ha (en 2 ans). Densité initiale = 2 500 plants/ha.

Coût : F.Bu

. Achat de graines dans l'aire d'origine		1.500.000
. Frais d'installation de pépinière		200.000
. Production de 125.000 plants par an		500.000
. Préparation et plantation de 50 ha par an (125.000 plants à 2 x 2 m)		
- nettoyage du terrain et piquettage	3 H/jour	} par ha = 106 H/jour
- trouaison	63 H/jour	
- rebouchage	10 H/jour	
- répartition et plantation	25 H/jour	
- regarnis	5 H/jour	
- total/ha = 106 H/jour x 160 F.Bu	=	16.960 F.Bu
- total pour 50 ha		848.000

Coût final :

. 1ère année	:	750.000 + 200.000 + 500.000 + 848.000	=	2.298.000
. 2ème année	:	750.000 + 500.000 + 848.000	=	2.098.000

(14) Entretien des nouveaux peuplements semenciers

Deux à trois entretiens par an sont prévus pendant les deux premières années ; ensuite, un entretien en année 3 et 4.

Pour 50 ha et avec l'entretien des coupe-feu, on peut tabler sur 6.000 F.Bu/ha/an pendant les deux premières années ; 3.000 F.Bu/ha/an pendant les années 3 et 4 (les éclaircies précoces diminueront rapidement le nombre de plants à entretenir).

	1ère tranche 50 ha	2ème tranche 50 ha	TOTAL (F.Bu)
Année 1	300.000	-	300.000
Année 2	300.000	300.000	600.000
Année 3	150.000	300.000	450.000
Année 4	150.000	150.000	300.000
Année 5	-	150.000	150.000

(15) Récolte de graines dans les peuplements semenciers définitifs et transitoires

La première année les chantiers de récoltes seront peu nombreux. Ce nombre ira en augmentant. Les récoltes auront lieu en saison sèche (Juin à Août), mais certaines espèces fructifient en Février (*Terminalia superba*) et d'autres ont une fructification qui semble continue (en fait deux périodes optimales très souvent). On tablera sur des chantiers de dix manoeuvres par site et par jour avec vingt chantiers la première année, puis progressivement 30, 40, 50 et 60 chantiers les autres années.

Année	1	2	3	4	5
Nombre de chantiers	20	30	40	50	60
Nombre d'ouvriers	200	300	400	500	600
Coût (F.Bu)	32.000	48.000	64.000	80.000	96.000

(16) Extraction, nettoyage, séchage, conditionnement des graines

Trois ouvriers temporaires seront employés à ces tâches pendant trois mois la première année ; ensuite avec l'augmentation des chantiers de récolte et des quantités récoltées, leur nombre augmentera, mais les tâches seront mieux ajustées, ce qui réduira le coût en cinquième année.

Année	1	2	3	4	5
Nombre de mois	3	4	5	6	6
Nombre de journées	66	88	110	132	132
Nombre d'ouvriers	3	5	7	8	8
Coût (x 160 F.Bu/jour)	32.000	70.000	123.000	169.000	169.000

(17) Contrôle de qualité au laboratoire, fourniture, achats de graines

Les contrôles de qualité seront réalisés par les deux techniciens supérieurs et le laborantin (chapitre 13.4).

Les fournitures ont déjà été incluses (chapitre 13.2).

Les achats de graines seront progressivement réduits au cours du projet. Seules les graines non disponibles au Burundi seront commandées à l'étranger, dans le pays d'origine.

(18) Mise au point de techniques (étêtage, taille de formation, bouturage, greffage)

Des essais seront réalisés sous la supervision des techniciens supérieurs. Ils réaliseront ces essais d'étêtage et de taille de formation pendant les deux premières années sur diverses espèces (Eucalyptus, Pinus, Grevillea, ...) en divers sites et à différentes périodes de l'année (annexe n°4). Les essais de bouturage et de greffage seront réalisés au courant des années 2, 3 et 4 par le pépiniériste.

Des ouvriers spécialisés aideront les responsables de ces opérations ; on peut tabler sur 15 espèces dans deux sites à quatre périodes de l'année avec un manœuvre pour les tailles de formation, soit environ 20.000 F.Bu/an.

Les coûts en pépinière sont prévus dans la note explicative n°13.

(19) Création d'une pépinière modèle

On se reportera à la note explicative n°13.

(20) Gestion de la pépinière modèle et cycle de formation de pépiniéristes

Ces cycles seront organisés en deux journées pour dix pépiniéristes quatre fois par an (d'Avril à Octobre, tous les deux mois). Il faudrait prévoir 5.000 F.Bu par pépiniériste en formation pour couvrir les frais (matériel, déplacement, etc...).

Budget par session : 50.000 F.Bu, et par année : 200.000 F.Bu.

(21) Après trois années d'activité, un catalogue simplifié sera édité en 1.000 exemplaires ; la présentation du catalogue sera plus soignée lors de la présentation finale (année 5) ; il sera édité en 3.000 exemplaires.

Des notes de synthèse (phénologie, physiologie, choix des peuplements semenciers, etc...) pourront également être éditées en 100 exemplaires. Une somme forfaitaire de 500.000 et 2.000.000 F.Bu a été réservée à cet effet en 3ème et 5ème années.

(22) Salaire mensuel

Le Directeur et les deux techniciens supérieurs sont payés par la fonction publique ; les salaires suivants seront pris en charge par le projet :

	<u>F.Bu</u>
- topographe :	30.000
- laborantin :	25.000
- comptable :	25.000
- secrétaire :	20.000
- chauffeur :	20.000
- pépiniériste :	10.000
- planton :	10.000
- gardien :	10.000
- V.S.N. :	p.m.

(23) Indemnités de déplacement

Les nuits passées en dehors du domicile habituel sont indemnisées en 1993 à raison de 1.500 F.Bu pour les cadres et 1.000 F.Bu pour les collaborateurs. Le topographe sera véhiculé par l'un des trois chauffeurs qui seront attachés au service du Directeur, du V.S.N. et des deux techniciens supérieurs.

Entre parenthèses figurent en 2e position le nombre de jours par an et en 3e position le montant de l'indemnité de déplacement.

Le salaire du V.S.N. est pris en charge par l'aide extérieure (22) ; par contre les frais de déplacements sont compris dans le budget du projet. Sa mission s'étendra sur 14 mois répartis sur les deux premières années.

(24) Fonctionnement des véhicules

- Nissan Patrol : 25.000 Km/an (soit en moyenne, pour 270 jours ouvrables, 92 Km/jour), ou $250 \times 18l/100 \text{ Km} = 4.500 \text{ litres de diesel} \times 150 \text{ F/l} = 675.000 \text{ F.Bu/an}$;
- Pick-Up (V.S.N. + 2 techniciens supérieurs + un topographe) : 35.000 Km/an (130 Km/jour x 270) pendant les deux premières années. Consommation : 16l/100 Km ou 840.000 F/an/véhicule. Pour les 3, 4 et 5èmes années, les déplacements seront réduits à 20.000 Km/an, soit $200 \times 16 \times 150 = 480.000 \text{ F.Bu/an/véhicule}$;
- Motos (topographe + comptable/laborantin ou planton) : 20.000 Km/an ($200 \times 4 \times 150$) = 120.000 F.Bu/an/moto ;
- Réparations, entretiens et assurances :
 - .. Nissan Patrol (30 F.Bu/Km) soit 750.000 F.Bu/an ;
 - .. Pick-Up :
 - années 1 et 2 : $35.000 \text{ km} \times 30 \text{ F.Bu/km} = 1.050.000 \text{ F.Bu/an}$;
 - années 3 à 5 : $25.000 \text{ km} \times 50 \text{ F.Bu/km} = 1.250.000 \text{ F.Bu/an/véhicule}$;
 - .. Motos : $20.000 \text{ km} \times 5 \text{ F.Bu/Km} = 100.000 \text{ F.Bu/an/moto}$
 Total années 1 et 2 : 3.050.000 F.Bu/année ;
 années 3 et 4 : 3.450.000 F.Bu/année.

(25) Entretien des locaux et de l'équipement

Somme forfaitaire annuelle (groupe électrogène, compresseur, déshydrateur, réparation des locaux, etc...), faible en début de projet, plus élevée à la fin du projet.

(26) Consommation annuelle (électricité + eau)

Ces chiffres devront vraisemblablement être corrigés en fonction du lieu de situation du CENAGRAF (Bujumbura ou Gitega ?) qui exigera d'avoir plus souvent recours au groupe électrogène dans le second cas.

(27) Abonnements

A "Seed Science and Technology" et deux autres revues, soit 250.000 F.Bu/an ; achat de 10 livres scientifiques par an, soit 125.000 F.Bu/an.

(28) Location d'une maison

Pour le Directeur (5 ans), les deux techniciens supérieurs (5 ans), le V.S.N. (14 mois) :

- 1 x 12 x 60.000 F/mois = 720.000 F.Bu/an (DIR) ;
- 1 x 14 x 50.000 F/mois = 700.000 F.BU/14 mois (V.S.N.) ;
- 2 x 12 x 40.000 F/mois = 960.000 F.Bu/an (2 techniciens supérieurs) ;

soit :

- année 1 : (DIR + 6 mois V.S.N. + 2 T.S.) = 1.980.000 F.Bu ;
- année 2 : (DIR + 8 mois V.S.N. + 2 T.S.) = 2.080.000 F.Bu ;
- années 3 à 5 : (DIR + 2 T.S.) = 1.680.000 F.Bu.

(29) Location de camions et tracteurs

Pour le transport des plants principalement durant les deux premières années du projet (30.000 F/jour).

(30) Stage à l'étranger

Successivement en années 1, 2 et 3, le Directeur, puis les deux techniciens supérieurs iront compléter leur formation au Centre National de Semences Forestières à Ouagadougou (au moment des récoltes : Février). Le stage durera 1 mois ; les dépenses sont les suivantes :

- | | | |
|---------------------------|---|---------------------------------------|
| - billet avion | : | 650.000 F.Bu |
| - perdiem | : | 30 jours x 25.000 F.Bu = 750.000 F.Bu |
| - convention avec le CNSF | : | 400.000 F.Bu |
| - TOTAL | : | 1.800.000 F.Bu/mois. |

(31) Participation à un atelier ou un symposium

Pour maintenir les contacts scientifiques avec les responsables des centres africains et mondiaux de graines forestières, le CENAGRAF sera présent à une réunion par an.

- | | | |
|------------------------|---|----------------------------------|
| - billet avion | : | 650.000 F.Bu |
| - perdiem | : | 15 jours x 25.000 = 375.000 F.Bu |
| - inscription et actes | : | 225.000 F.Bu |
| - TOTAL | : | 1.250.000 F.Bu/an/ingénieur. |

(32) Bourse de formation

Au cours des cinq années, on peut penser que deux des trois cadres pourraient changer d'horizon. Deux formations (un mois au CNSF - Ouagadougou et 1 mois en Europe) pour chaque agent sont prévues.

- formation au Burkina Faso - voir (30) -	:	1.800.000 F.Bu
- formation en Europe :		
. billet avion	:	510.000
. bourse	:	340.000
. prise en charge et sécurité sociale	:	250.000
. achat de documentation	:	100.000
. TOTAL	:	1.200.000 F.Bu
- TOTAL Burkina Faso + Europe	:	3.000.000 F.Bu.

(33) Missions de suivi

Trois missions de suivi, réparties en 5 ans (après 6, 25 et 36 mois) seront nécessaires. Leur durée sur le terrain sera de 16 jours ; 10 jours supplémentaires seront consacrés à la rédaction d'un rapport en Europe :

- honoraires	:	3.300.000 F.Bu
- per diem	:	480.000 F.Bu
- billet avion	:	510.000 F.Bu
- rapport et frais divers	:	260.000 F.Bu
- TOTAL	:	4.550.000 F.Bu.

(34) Enquête en milieu paysan

Pour déterminer les noms des espèces qu'ils souhaitent planter :

- Assistant de recherche (Université/Faculté des Sciences) :		
. honoraires	:	p.m.
. per diem	:	(3.000 F/jour) x 10 jours x 3 régions = 90.000 F.Bu
. frais de transport	:	(d'une région à l'autre) = 20.000
. matériel et rapport	:	50.000
. TOTAL	:	160.000 F.Bu

ANNEXES

Annexe n°1 : QUELQUES QUANTITES DE GRAINES COMMANDEES PAR DIVERS PROJETS

Cette liste ne constitue pas, loin s'en faut, un inventaire exhaustif ; elle ne sert qu'à mettre en évidence l'importance des commandes annuelles. Celles-ci varient beaucoup d'une année à l'autre en fonction du nombre de projets en activité et de leur programme.

1° Projet PSTP - HIMO				
Dates	Espèces	Quantités (Kg)	Fournisseurs	Coût
14.02.1991	<i>Pinus kesiya</i>	16	Setropa	2.997 US \$
" "	<i>Eucalyptus maidenii</i>	11	"	(env. 15.000 FF ou 636.000 F.Bu)
" "	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	12	Ellison Hort.	9.920 AUD \$
" "	<i>Grevillea robusta</i>	74	"	(env. 40.000 FF ou 1.700.000 F.Bu)
12.06.1991	<i>Cedrella serrulata</i>	34	Rwanda	
" "	Pruniers du Japon	4	"	env. 47.500 F.Bu
" "	Papayer	1	"	
08.05.1992	<i>Grevillea robusta</i>	50	Rwanda	319.000
" "	<i>Maesopsis eminii</i>	60	"	38.400
" "	<i>Cedrella serrulata</i>	35	"	89.250
" "	<i>Markhamia platycalyx</i>	5	"	9.600
" "	Frais divers	-	"	1.150

				457.400 F.Rw
				env. 810.000 F.Bu
24.09.1992	<i>Grevillea robusta</i>	10 + 5		
" "	<i>Pinus oocarpa</i>	0,5 + 3,6		
" "	<i>Markhamia lutea</i>	6		
" "	<i>Acacia auriculiformis</i>	0,7		
" "	<i>Acacia mearnsii</i>	4	D. For.	
" "	<i>Maesopsis eminii</i>	273 + 60	(en plusieurs	1.339.240 F.Bu
" "	<i>Callitris calcarata</i>	35 + 2,8 + 52	livraison)	
" "	<i>Eucalyptus grandis</i>	34 + 10 + 5		
" "	<i>Acacia melanoxylon</i>	7		

2° Projet Banque Mondiale				
Dates	Espèces	Quantités (Kg)	Fournisseurs	Coût
13.03.1989	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	3	C.T.F.T.	
" "	<i>Eucalyptus cloeziana</i>	0,5	"	
" "	<i>Eucalyptus grandis</i>	2	"	
" "	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	2	"	46.136 FF
" "	<i>Eucalyptus torelliana</i>	1	"	ou 1.950.000 F.Bu
" "	<i>Pinus elliotii</i>	10	"	
" "	<i>Pinus caribaea</i>	10	"	
15.06.1990	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	5	C.T.F.T.	
" "	<i>Eucalyptus urophylla</i>	3	"	
" "	<i>Eucalyptus microcorys</i>	1	"	
" "	<i>Eucalyptus robusta</i>	2	"	56.378 FF
" "	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	4,5	"	ou 2.388.000 F.Bu
" "	<i>Pinus caribaea</i>	8,5	"	
" "	<i>Pinus elliotii</i>	4	"	
" "	<i>Pinus kesiya</i>	5	"	
" "	<i>Pinus patula</i>	2	"	

Suite du 2° Projet Banque Mondiale				
Dates	Espèces	Quantités (Kg)	Fournisseurs	Coût
10.08.1990	<i>Eucalyptus citriodora</i>	5	C.T.F.T.	14.200 FF ou 600.000 F.Bu
" "	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	2	"	
" "	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	2	"	
" "	<i>Eucalyptus saligna</i>	2	"	
27.09.1991	<i>Eucalyptus botryoïdes</i>	1	C.T.F.T.	52.070 FF ou 2.206.000 F.Bu
" "	<i>Eucalyptus grandis</i>	14	"	
" "	<i>Eucalyptus microcorys</i>	2	"	
" "	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	2	"	
" "	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	2	"	
" "	<i>Eucalyptus urophylla</i>	1	"	
" "	<i>Gmelina arborea</i>	15	"	
" "	<i>Pinus patula</i>	2	"	
26.02.1992	<i>Eucalyptus saligna</i>	4	C.T.F.T.	18.655 FF ou 790.000 F.Bu
" "	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	2	"	
" "	<i>Eucalyptus urophylla</i>	2	"	
1991	<i>Grevillea robusta</i>	50	I.S.A.R.	319.300 F.Rw
03.10.1990	<i>Pinus kesiya</i>	10	Silo Nat. (Madagascar).	14.900 FF ou 630.000 F.Bu
" "	<i>Pinus elliottii</i>	12		
" "	<i>Toona ciliata</i>	2		
09.08.1990	<i>Acacia auriculiformis</i>	5	FARRAR (Australie)	14.025 \$ austr. ou env. 2.400.000 F.Bu
" "	<i>Acacia mangium</i>	15		
" "	<i>Grevillea robusta</i>	30		
04.10.1990	<i>Calliandra calothyrsus</i>	6	Seed Exp. Guatemala	700 US \$ ou 135.000 F.Bu
" "	<i>Gliricidia sepium</i>	2		
09.12.1991	<i>Eucalyptus urophylla</i>	2	FARRAR (Australie)	3.180 \$ austr. ou 550.000 F.Bu
" "	<i>Eucalyptus botryoïdes</i>	2		
" "	<i>Eucalyptus saligna</i>	2		
" "	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	2		
16.02.1990	<i>Grevillea banksii</i>	9 + 4	Silo Nat. (Madagascar)	10.220 FF ou 430.000 F.Bu
	<i>Toona ciliata</i>	1		

Annexe n° 2 : FICHE RECAPITULATIVE A UTILISER LORS DE LA SELECTION DES
PEUPLEMENTS SEMENCIERS

- ESPECE

- PROVENANCE

- . Pays :
- . Province ou région :
- . Lieu-dit :
- . Altitude :
- . Longitude :
- . Latitude :
- . Nombre de semenciers sur lesquels la récolte a été effectuée :
- . Autres renseignements :

- RENSEIGNEMENTS RELATIFS AU REBOISEMENT VISITÉ EN VUE D'UNE SÉLECTION
COMME PEUPEMENT SEMENCIER

- . Inspection forestière régionale de
- . Province de
- . Plantation sise à (lieu dit) ; altitude = m
- . Date de mise en place (mois/année)
- . Plants provenant de la pépinière de
- . Semis en pépinière du .../.../...
- . Numéro du lot de graines
- . Superficie de la parcelle plantée
- . La détermination exacte des arbres a-t-elle été faite (genre et espèce) ?
(herbier complet : feuille, fruit, fleur ; examen anatomique du bois, etc...) : OUI/NON ?
Par qui ?
- . Il y a-t-il eu des regarnis : OUI/NON ? ; si oui, quand et avec quelle
provenance/espèce/genre ?
- . La parcelle a-t-elle été agrandie (bas de pente, ...) : OUI/NON ?
- . La plantation a-t-elle été exécutée deux années consécutivement (regarnis excepté)
OUI/NON ?
Si oui, avec quelle provenance, espèce, ... ?
- . Description de la parcelle :
 - .. âge :
 - .. est-elle relativement homogène (hauteur) : OUI/NON ?
 - .. production en volume : faible/normale/excellente ?
 - .. rectitude des fûts : médiocre/moyenne/excellente ?
 - .. présence de fourches : rare/fréquente/très fréquente ?
 - .. élagage naturel : nul/faible/normal ?
 - .. présence de maladies et déficiences : OUI/NON ?
 - .. superficie : ha
 - .. forme : carrée, rectangulaire ou ... ?

- . Situation :
 - .. isolée (pas d'arbres à plus de 500 mètres) : OUI/NON ?
 - .. espèce isolée par des parcelles ou des cordons constitués par une espèce ne s'hybridant pas : OUI/NON ?
 - .. possibilité d'hybridation avec une autre espèce située à moins de 500 mètres : OUI/NON ?
(2° espèce = _____ ; située à Est, Ouest, Nord, Sud ?)
 - .. peuplement situé sur une croupe, au pied de la colline, sur le flanc de la colline, dans une vallée très encaissée ?
 - .. direction habituelle des vents au moment de la pollinisation ?
- . Pédologie :
 - .. type de sol ?
 - .. pH
 - .. sol superficiel/sol profond ?
 - .. parcelle subissant un stress évident en saison sèche ou au contraire une hydromorphie temporaire en saison des pluies ?
- . Parcelle (principalement) exposée au : Sud, Nord, Est, Ouest ?
- . Parcelle sise à proximité d'un ruisseau, d'une ville, d'une briquetterie, etc.. (signaler les faits marquants afin d'essayer d'éviter les coupes délictueuses, les feux, le surpâturage, etc...)
- . Présence à proximité immédiate de riverains pouvant être associés aux divers travaux et à la gestion future du peuplement semencier : OUI/NON ?
- . Facilité d'accès : route asphaltée à _____ Km ;
piste en bon/mauvais état ; pas de piste.
- . Autres observations :

. Fait par M. _____ le _____ / /199 .

Annexe n° 3 : LISTE DES ESPECES POUVANT S'HYBRIDER ENTRE ELLES

1) Acacia

Diverses espèces d'acacias sont utilisées au Burundi et dans les pays voisins à écologie semblable ; il s'agit principalement d'*Acacia mangium*, *A. auriculiformis*, *A. mearnsii*, *A. melanoxylon*, *A. crassicarpa*, *A. aulacocarpa*.

A la page suivante, on trouvera la représentation de leurs aires naturelles en Australie (certaines sont également présentes en Papouasie-Nouvelle Guinée, etc...). Il est peu probable que des espèces telles que *A. mangium* et *A. mearnsii*, qui sont très différentes en ce qui concerne leur distribution, puissent s'hybrider.

Dans la littérature scientifique et technique internationale, il n'est mentionné qu'une hybridation observée entre *A. mangium* et *A. auriculiformis*. Cet hybride a été identifié pour la première fois au Sabah.

D'autres hybrides ont été enregistrés également :

- *A. mangium* x *A. polystachya* et *A. auriculiformis* x *A. leptocarpa*, ainsi que *A. mangium* x *A. leptocarpa*.

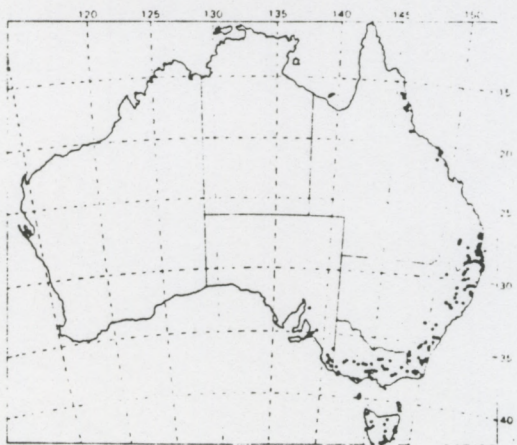
Personne n'a encore pu préciser si *A. crassicarpa* et *A. aulacocarpa* sont des espèces sympatriques (= espèces voisines vivant dans la même région, mais ne s'hybridant pas) ou allopatriques. Cette dernière hypothèse est plausible. Les différences morphologiques, physiologiques ou de comportement entre ces deux espèces sont encore mal connues et devront être étudiées.

Il semblerait que les espèces de zones humides soient susceptibles de s'hybrider naturellement assez facilement.

L'hybridation contrôlée est par contre une opération très délicate, du fait de la morphologie des inflorescences de ces espèces. De plus, on peut constater des degrés de maturité différents parmi les nombreuses fleurs minuscules qui composent ces inflorescences.

Références :

- Breeding Technologies for Tropical Acacias. Proceedings of an international workshop held in Tawau, Sabah, Malaysia, 1-4 July 1991. Editors : L.T. CARRON et K.M. AKEN. ACIAR n°37, 1992, 132 pages.
- Hybridisation Techniques for Acacias by Margaret SEDGLEY, Jane HARBARD and Rose-Marie SMITH. ACIAR Technical Reports, n°20, 1992, 11 pages.
- Australian Dry-zone Acacias for Human Food. Proceedings of a workshop held at Glen Helen, Northern Territory, Australia, 7-10 August 1991. Edited by A.P.N. House and C.E. Harwood. CSIRO, 1992, 145 pages.
- Australian Acacias in Developing Countries. Proceedings of an international workshop held at the Forestry Training Centre, Gympie, Qld, Australia, 4-7 August 1986. Edited by John W. TURNBULL. ACIAR Proceedings n°16, 196 pages.
- Multipurpose Australian Trees and Shrubs. Lesser-known species for fuelwood and agroforestry. Edited by John W. TURNBULL. ACIAR, 1986.

Acacia mangium*Acacia auriculiformis**Acacia crassicarpa**Acacia aulacocarpa**Acacia melanoxylon**Acacia mearnsii*

2) Pinus

- Rappel en ce qui concerne la croissance du cône

Dans les pays à climat tempéré, "l'évolution de l'inflorescence femelle se fait en deux ans et, pour quelques espèces, en trois ans. L'inflorescence, après le premier printemps, pollinisée mais non fécondée, évolue peu.... La croissance se fait essentiellement la deuxième année.... Le cône peut tomber dans l'année qui suit la maturité ou, au contraire, persister sur l'arbre plusieurs années. En outre, il peut être déhiscent et les graines sont alors libérées peu après la maturité, ou sérotineux si le cône reste fermé pendant plusieurs années..." (Manuel des conifères - E.F. DEBAZAC, ENGREF, Nancy, 1964).

Parmi les pins qui exigent trois années de maturité des cônes, on peut citer notamment : *P. leiophylla*, *P. pinea* et *P. chihuahuana* (Pines : drawings and descriptions of the genus - A. FARJON, Ed. BRILL, Leiden, 1984).

Selon MIROV (The genus Pines. The Ronald Press Cy, New York, 1967), dans les climats tropicaux, la maturité des cônes ne prendrait qu'un peu plus d'une année.

- Classification et possibilités d'hybridation

De nombreuses classifications du genre Pinus ont été proposées par divers botanistes, basées sur des caractères botaniques, morphologiques, physiologiques, anatomiques. La classification en fonction de leur aire géographique permet de constituer quatre groupes :

- . les pins européens ;
- . les pins du Nord et de l'Est asiatique ;
- . les pins du Sud de la Chine et de l'Asie tropicale ;
- . les pins américains.

Dans ce dernier groupe, on en trouve un grand nombre en Amérique centrale, où plusieurs espèces paraissent s'hybrider naturellement, donnant naissance à de nouveaux arbres intermédiaires entre deux taxons bien définis. Ainsi au Mexique par exemple, sur de courtes distances, on trouve des plaines côtières subtropicales, des piedmonts et des hautes montagnes, ce qui a conduit à la création de nombreux écotypes, fournissant de nombreuses possibilités d'adaptation. L'évolution du genre Pinus au Mexique continue encore activement au 20ème siècle (FARJON, 1984).

Il est important de noter que quatre des cinq espèces les plus importantes pour le Burundi peuvent vraisemblablement s'hybrider entre elles (*P. elliotii*, *P. caribaea*, *P. patula*, *P. oocarpa*). En conséquence, des précautions devront être prises lors de l'installation des peuplements à graines (et éventuellement vergers à graines, s'il s'avérait indispensable d'en créer au Burundi).

3) Eucalyptus

Le tableau et le texte ci-dessous indiquent que de nombreuses hybridations peuvent avoir lieu. Cependant, le croisement entre deux taxons d'un sous-genre différent n'a jamais été signalé, que ce soit dans la nature ou en conditions expérimentales.

<u>Sous-genre</u>	<u>Lettre de code</u>
Blakella	B
Corymbia	C
Eudesmia	E
Gaubaea	G
Idiogenes	I
Monocalyptus	M
Symphyomyrtus	S

"Chez ceux dont la première lettre de code est la même, le croisement est généralement possible, avec trois exceptions principales à l'intérieur du sous-genre Symphyomyrtus. Dans ce dernier, les taxons dont les indicatifs de code commence par les lettres SU (section Adnataria) se croisent librement entre eux, mais se croisent rarement avec les autres espèces du sous-genre Symphyomyrtus. Il en va de même pour la section Dumaria et sans doute pour ceux de la section Equatoria bien que l'on n'ait pu faire que peu d'observations à ce sujet.

Dans la majorité des autres espèces du sous-genre Symphyomyrtus, le croisement à l'intérieur et entre ces groupes est non seulement possible, mais fréquent" (in : "Les Eucalyptus dans les reboisements, FAO, Collection Forêts, n°11, 1982, 753 pages).

Classification des principaux Eucalyptus testés au Burundi

Lettre code	Sous-genre	Section	Série	Sous-série	Espèces
S	Symphyomyrtus	Exsertaria	Albae	Albinae	E. alba
S	"	"	"	Urophyllinae	E. urophylla
S	"	"	Tereticornae	Tereticorninae	E. camaldulensis
S	"	"	"	"	E. tereticornis
S	"	Transversaria	Salignae	Saligninae	E. botryoides
S	"	"	"	"	E. grandis
S	"	"	"	"	E. robusta
S	"	"	"	"	E. saligna
S	"	"	"	Resiniferinae	E. robusta
S	"	Maidenaria	Viminales	Viminalinae	E. maidenii
S	"	"	"	"	E. viminalis
S	"	Equatoria	Degluptae	-	E. deglupta
S	"	Sebaria	Microcorythes	-	E. microcorys
C	Corymbia	Ocharia	Maculatae	-	E. citriodora
C	"	"	"	-	E. maculata
I	Idiogenes	Gymparia	Cloeizanae	-	E. cloeziana
M	Monocalyptus	Renantheria	Pilulares	Pilularinae	E. pilularis

En conclusion, lors de la plantation de peuplements semenciers, on prendra soin de ne pas placer côte à côte les différentes espèces du sous-genre Symphyomyrtus. Sinon, il est important de dresser un écran (constitué d'une espèce de haute taille et à croissance rapide, plantée en quinconce) entre deux parcelles. Dans ce cas, on ne récoltera pas de graines sur les lignes de bordure, mais au centre de la parcelle (sauf si le centre coïncide avec le point culminant du reboisement).

Annexe n°4 : ESSAIS À REALISER POUR VERIFIER L'APTITUDE DES ESPÈCES À SUPPORTER LES TAILLES DE FORMATION

Il est évident que la récolte sur de jeunes *Eucalyptus* âgés de 5 à 10 ans est difficile sans moyens modernes et sans formation adéquate. Ainsi dans les vallons encaissés de Gakara, les arbres plantés à un écartement de 3 x 3 mètres "filent" vers le haut. Il est impossible d'atteindre la cime. La récolte devrait donc coïncider avec l'exploitation des réserves (voir dernier paragraphe du chapitre 7.3).

Dans les conditions de lumière et de climat du Burundi, nous ne disposons d'aucune donnée permettant de préconiser une taille de formation.

Pour obtenir une récolte annuelle sur des basses tiges d'*Eucalyptus*, il serait nécessaire d'étudier l'effet d'un étêtage suivi d'une coupe annuelle ou bisannuelle des rejets de souche. Ces rejets de souche, au nombre de 4 ou 5, bien répartis sur le pourtour de la souche seraient retaillés de façon à maintenir un port buissonnant, tout en "évidant" le centre. L'écartement initial (3 x 3 m à Gakara) devra être augmenté à 3 x 6 m en quinconce en extirpant les souches intermédiaires pour favoriser l'accès de la lumière.

En ce qui concerne le *Grevillea robusta*, qui ne fructifie que vers la 10ème année en général, il pourrait être intéressant de les conduire en têtard, ou mieux d'obtenir à la longue une structure de basse tige après une taille charpentière.

Aucun *G. robusta* ne rejette de souche quand il est coupé rez-terre. On pourrait cependant tester l'effet de la coupe à 0,5 m ou 1 m de hauteur, à différentes époques de l'année : p. ex. avant le repos de la végétation, juste avant la reprise d'activité et enfin en fonction des saisons pluvieuses et de la luminosité du ciel (période plus nuageuses que d'autres). Cet étêtage serait réalisé sur des arbres jeunes (de 2 à 7 ans). Ainsi, par exemple, *Acacia auriculiformis* au Bénin ne rejette pas à 3-4 ans, s'il est coupé rez-terre ; cependant à 0,5 m et surtout à 1 m, il rejette bien en fonction des saisons.

De même, pour les feuillus et les résineux, il faudrait observer si après étêtage à 4-5 m de haut, les branches ont tendance à grossir et à fructifier. Nous ne disposons d'aucune information à ce sujet sous les climats du Burundi.

N.B. : Après la plantation des nouveaux peuplements semenciers, des éclaircies précoces seront réalisées en fonction du phénotype. L'étêtage ou la taille de formation aura lieu immédiatement après la dernière éclaircie ; les essais, dont il est question ci-dessus, devraient être réalisés sur des jeunes arbres âgés de 1 à 7 ans.

Annexe n°5 : FICHE DE RECOLTE

CENTRE NATIONAL DE GRAINES
AGROFORESTIERES ET FORESTIERES

REPUBLIQUE DU BURUNDI

FICHE DE RECOLTE

- N° du lot CENAGRAF : N° de la fiche :
- Date de récolte : Récolte d'un herbier : Oui / Non (1)
- Nom scientifique :
- Nom(s) vernaculaires(s) :
- Lieu de récolte :
 . Province :
 . Région :
 . Colline :
- Lieu-dit précis où la récolte est effectuée :
- Altitude minimale et maximale du peuplement semencier : Min : Max :
- Peuplement naturel ou reboisement (1)
- Provenance :
- Peuplement pur ou mélangé (1), équienne ou d'âges multiples (1), dense ou clair (1)
- Forêt dense, savane arborée, savane arbustive, formation à épineux, galerie forestière : (1)
- Sol : latéritique, gravillonnaire, sablo-argileux, argilo-sableux, argileux, sableux (1), autre :

- Terrains : colline, glacis, terrain de culture, terrains inondables (1)
- Récoltes effectuées sur des arbres-mères individualisés : Oui / Non ; si oui, comment ? anneau à la peinture, griffe, numéro (1)
- Nombre d'arbres-mères composant le lot récolté (minimum absolu = 25) :
- Lot constitué de graines de descendance mélangées ou de descendance individualisées (1)
- Critères de sélection des arbres-mères : vigueur de croissance, rectitude, élagage naturel satisfaisant, faible diamètre des branches, arbres sains indemnes de maladie, arbres portant un maximum de fruits, autres (1)
- Espace minimal = m ; moyen = m ; maximal = m entre deux arbres-mères (uniquement en forêt naturelle)

- Avez-vous dressé un plan indiquant l'emplacement de chaque "arbre +" : Oui / Non (1)
- Description des arbres-mères : arbres droits, fourchus à ... m de haut, multicaules, à grosses/fines (1) branches ; hauteur moyenne = ... m ; élagage naturel satisfaisant ou médiocre (1) ; port dressé ou étalé (1), couvert léger ou épais (1) :
- Densité moyenne (estimée) par ha :
- Au moment de la récolte des fruits ou graines (1) (voir *) :
 - . les fruits sont-ils en général presque mûrs, bien mûrs, trop mûrs, déjà parasités dans de très fortes proportions ? (1)
 - . tous les arbres de ce site ont-ils des fruits qui ont presque tous atteints le même stade de maturation (d'une manière générale) ? Oui / Non (1)
 - . il y a-t-il encore des fleurs en boutons non éclos/ou en train d'éclore/ou pleinement écloses/ou au stade de la nouaison ? (1)
 - . les arbres sont-ils feuillés ou défeuillés : aucune feuille, peu de feuilles vertes, feuilles vertes et feuilles séchées en mélange, toutes les feuilles sont vertes, rien que des feuilles desséchées sur l'arbres ? (1)
 - . il y a-t-il des feuilles en train de débourrer ?
 - . il y a-t-il un tapis de feuilles Oui / Non (1) ou d'organes floraux au pied de l'arbre ? Oui / Non (1)
 - . il y a-t-il des traces évidentes d'un feu de brousse très récent ayant pu avoir un effet sur la fructification : Oui / Non (1)
- Récapitulations des divers coûts relatifs à cette récolte :
 - . récolte : ... ouvriers pendant ... heures, jours (1) soit F
 - . décorticage-dépulpage : ... ouvriers pendant ... heures/jours (1) soitF
 - . autres opérations : ... ouvriers pendant ... heures/jours (1) soitF
 - . total =F
 - . nombre de kilomètres effectués : ... km ; coût des frais de déplacement des agents :F
 - . remarque : ce lot a été récolté par les mêmes ouvriers que le(s) lot(s) CENAGRAF n° ..., et n° ... et les frais doivent être répartis entre ces récoltes (1)
- Nombre de jours écoulés entre la récolte et le séchage au soleil :
- Nombre de jours écoulés entre la récolte et le décorticage ou dépulpage des fruits : ... jours ; pendant ce temps, les fruits ont été conservés dans des sacs en toile/entassés/étendus en fines couches au soleil/autre méthode (1)
- Autres observations :
- Quantité de fruits mûrs/très mûrs (1) rapportés au CENAGRAF : Kg
- Quantité de graines extraites : Kg

(*) Description du fruit/graine au moment de la récolte : drupe/fruit sans le mésocarpe/amande nue/amande avec endocarpe lignifié/etc...(1).

- Rapport entre $\frac{\text{poids des fruits}}{\text{poids des graines}}$ =
 - Coût du Kg de graines à l'entrée de la chambre froide (coût total divisé par quantité) =
 - Avez-vous récolté les graines déjà tombées au pied des arbres avant votre arrivée ? Oui/Non (1).
Les avez-vous éliminées avant de procéder à la récolte ? Oui / Non (1)
 - Accès au site (mettre le compteur kilométrique à 0 ; indiquez tous les carrefours en relevant le kilométrage depuis le départ et en indiquant s'il faut prendre à gauche ou à droite, ainsi que tous les points de repère stable : village, église, pont, rivière, etc...).
- Km 0 = ; prendre la direction de
- Km =
- Km =
- Km =
- Km =
- Km =
- Km =
- Km =
- Km =
- Km =
- Km =
- Km =
- Km =
- Km =
- Km =
- Km =
- Km = lieu de récolte dénommé

N.B. : Pour les récoltes dans des reboisements, éviter de prendre des arbres situés en bordure : il faut se renseigner afin de connaître la provenance exacte de ce reboisement, la pépinière de production et la date de plantation.

Nom du Technicien qui surveillait
les travaux

(1) Rayer les mentions inutiles ou éventuellement précisez.

Plan (à main levée) des arbres sur lesquels la récolte a été effectuée (indiquez l'orientation et tous les points de repère stables).

Orientation : Nord, Est, Sud, Ouest (1)

Indiquez les points de repère (piste, route, église, école, etc ...).

Annexe n°6 : FICHES DE PLANTATION DU CHANTIER DE GAKARA

A titre d'exemple, nous vous présentons deux fiches (A, B) extraites et photocopiées du registre conservé au Département des Forêts à Bujumbura.

- Fiche A : cette parcelle est à rejeter comme peuplement semencier, car il y a eu :
 - . 5 espèces d'Eucalyptus plantées ;
 - . 6 provenances d'*E. grandis* mélangées ;
 - . 29.670 plants mis en place, puis ultérieurement 8.735 (extension de la plantation ?).
- Fiche B : on aurait pu présélectionner la parcelle 10 de la série 3, à base d'*E. robusta* (d'une seule provenance n°82/3710 [Australie, Queensland, Noosa]), si malencontreusement, il n'y avait pas eu une extension de la plantation le 07 avril 1988 [2.100 plants d'*E. grandis*, d'origine Mageyo].

Dans les registres de plantation, il existe de très nombreux exemples semblables, qui font que finalement, le choix des futurs peuplements semenciers ne s'effectuera pas facilement.

La parcelle A doit absolument être éliminée de notre choix ; quant à la parcelle B, il faudrait voir sur le terrain si la présence du complément en *E. grandis* empêche toute possibilité de sélection.

PROJET REBOISEMENT
BANQUE MONDIALE - FAC

CHANTIER DE GAKARA

SERIE : 2 -(82 - 83)

PARCELLE No 19

Colline : *Kutaba - Kutaba - Kutaba*
Gakara - Kusaranda

Superficie :

Situation :

Essence :

Pente moyenne :

Sol :

Densité : 2,5 m x 3

Préparation du sol : Trouaison 40 x 40

Date :

Engrais :

Date :

Plantation : 29.670 plants + 8735

Date : 8 - 10/02/83

Remplacements : *25000 (2000)*

Date : 24/02/83 - 3/11/83

Entretiens : 1er en bandes

Date : 23 - 03/83 - 3/5/83

2e en bandes

Date : du 4-7 au 27-7-83

3e en bandes

Date : 14/08/84 -> 7-5-85

Travaux ultérieurs

4er en bandes

Date : 2/10/84

5e " " de rattrapage

Date : 23-9-85 -> 30-10-85

3e *basclage compléments en bandes*

Date : 25-2-1988

4e

Date :

Divers :

- Grandis 3608 : 7.809

! Delegatensis 3.695 : 800

3310 : 7.627

! Robusta 3.709 : 1.015

2618 : 5.577

! Divers 8.735

3381 : 1.337

!

2814 : 240

Compléments grandis 3608 = 358701
(24/10 -> 3/4/85)

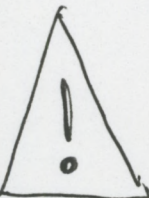
3346 : 840

" " 3346 = 1330 plant
(21/3/84)

- Saligna 3712 : 4.425

Récupération à Kuroborobo

307 plants Grandis 3965 Rugeyo
du 15/1/87 au 16/1/87



CHANTIER DE GAKARA

SERIE: 3

PARCELLE No 10

Colline: KUWIRARO

Superficie: 7,5

Situation:

Essence:

Pente moyenne:

Sol:

Densité:

Préparation du sol:

Date:

Engrais:

Date:

Plantation: 9695 Robusta(3710)

Date: 9-1-84

Remplacements:

Date:

Entretiens: 1er en bandes

Date:

2e " "

Date: 9-5-84 - 15-5-84

3e en bandes

Date: 5-3-85 - 2-4-85

Travaux ultérieurs

4e en bandes

Date: 24-12-85 - 9-1-86

2e

Date:

3e

Date:

Complément 4e Grandis rages: 2100 plants Date: 7/1/88

Sacilage complément de 2/3/88: 8200 plants

Sacilage complément de 16/5/84: 1008 plants

Divers:

Annexe n°7 : FICHE DE RELEVES PHENOLOGIQUES

Mois d'apparition	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Remarques
Début de floraison													
Pleine floraison													
Fin de floraison													
Début de maturité des fruits													
Pleine maturité des fruits sur l'arbre													
Chute des fruits													
Conelet et cône (*)													
Fruits parasités sur l'arbre													
Défeuillaison													
Feuillaison													
Rejet de souche													
Bourgeons adventifs													

(*) la maturité des inflorescences femelles des pins peut varier de 15 à 36 mois selon les espèces (voir annexe n°3) ; décrire : couleur et taille

Autres renseignements :

- Fruits déhiscent/non déhiscent (barrer la mention inutile)
- Espèce monoïque/dioïque (barrer la mention inutile)
- Nombre d'arbres observés :
- Numéro de l'arbre observé :
- Date d'observation : .../.../...
- Inspection forestière ou province :
- Forêt de :
- Lieu-dit :
- Nom de l'observateur :

N.B. : Des observations phénologiques de J. BILLEN (reprises par F. BESSE) ont été éditées par le Projet Forestier Banque Mondiale FAC.

Annexe n°8 : TESTS DE CONTROLE DES QUALITES DES SEMENCES.

Remarque liminaire :

Afin de réduire la longueur de cet exposé, nous nous sommes limités à l'essentiel, tout en adoptant les abréviations suivantes : G = Germination

S = Semence

TE = Teneur en eau

L'évaluation de la qualité des S dans un laboratoire d'analyse de S ligneuses, disposant de moyens humains et financiers suffisants, doit respecter les règles de l'ISTA (Association Internationale des Essais de Semences). Celles-ci sont contraignantes, mais indispensables afin de normaliser les essais et obtenir des résultats comparables; en ce qui concerne les espèces tropicales ligneuses, ces règles sont plus souples dans certains cas parce que les connaissances en ce domaine sont encore insuffisantes. Les premières règles sont apparues en 1931 et ont subi plusieurs révisions en 1953, 1966, 1976 et 1985. Seulement 61 genres d'espèces ligneuses étaient traités en 1976. Une nouvelle révision est en cours. Elles sont disponibles en français, anglais et allemand.

Le rapport 1989-1992 du Comité de semences d'arbres forestiers et d'arbustes, publié récemment dans "Seed Science and Technology" (Vol. 20, Suppl. 1, 1992) constate que beaucoup d'additions, d'amendements et de corrections sont proposés aux règles de l'ISTA; on peut relever notamment un texte pour un nouveau chapitre sur les analyses aux rayons X par A.JOVALL, l'amélioration des modes opératoires pour les déterminations de teneur en eau pour les espèces à grosses graines par F.BONNER; P. GESLING a révisé les appendices "Essais de semences par répétitions pesées" et les propose comme chapitre dans les règles ISTA; G.EICKE et G.EDWARDS ont révisé et standardisé le rapport entre poids d'échantillon soumis et poids d'échantillon de travail pour toutes les espèces arboricoles, ainsi que les modes opératoires pour les essais au tétrazolium. Enfin, signalons que B.WANG a terminé la rédaction du "Manuel sur les arbres forestiers et les arbustes", dans lequel il traite d'une centaine d'espèces ligneuses dont quelques essences tropicales.

Ces méthodes préconisées par l'ISTA supposent un équipement important et le respect des conditions contrôlées au laboratoire.

L'évaluation de la qualité d'un lot doit se faire normalement lors de la réception du lot et également pendant la conservation, si celle-ci est de longue durée ou s'il s'agit de S à viabilité réputée faible. Les lots de S commercialisées doivent en effet satisfaire à certaines normes de qualité inhérentes à la pureté spécifique et à la faculté germinative.

Nous analyserons successivement diverses étapes :

1. Echantillonnage
2. Contrôle d'authenticité
3. Etat sanitaire, morphologie et dissection
4. Teneur en eau
5. Analyse de pureté et poids des semences
6. Essais indirects de viabilité
 - .Essai biochimique au Tétrazolium
 - .Rayons X
 - .L'essai à la coupe
 - .Examen des embryons excisés
 - .Utilisation de produits stimulants
7. Essais de germination.

1.ECHANTILLONNAGE

Il s'agit d'obtenir un échantillon représentatif, qui reflétera le plus exactement possible le lot dans son ensemble. Un prélèvement peu soigné entraîne donc des dépenses inutiles, car on travaille alors sur des échantillons non représentatifs. Si les centres commerciaux n'appliquent pas cette règle essentielle, il est inutile d'entreprendre la suite des essais ci-dessous mentionnés. Les instituts de recherche conservant des graines destinées à la recherche et n'ayant malheureusement souvent que de très petits lots ne peuvent pas consacrer des quantités importantes de S à ces essais, mais le peu de S disponibles doit absolument être parfaitement mélangé afin de constituer des lots représentatifs. Il faut au préalable mélanger le lot avec un extrême soin. En effet, les vibrations (manutentions des conteneurs en chambre froide, transports routiers,...) entraînent une remontée des S vaines, petites ou les plus légères, vers la surface.

Le mélange manuel est rarement satisfaisant, surtout pour des lots importants en volume; il est à éviter.

Il existe d'excellents trieurs ou diviseurs mécaniques, indispensables spécialement pour les centres semenciers tournés vers la commercialisation de leurs S. Ils permettent de diviser un lot en deux et de répéter plusieurs fois cette opération, tout en mélangeant chaque fois le demi-lot recueilli avant chaque nouvelle division. On peut également prélever en différents points d'un même lot des échantillons élémentaires (ou primaires) à l'aide d'un préleveur de S ou d'une canne-sonde. Ainsi, lorsque le lot commercial est déjà réparti dans différents récipients, il faudra prélever au moins cinq échantillons primaires:

- dans chaque récipient, si il y a moins de cinq récipients;
- dans au moins cinq conteneurs (un sur trois non consécutifs), s'ils sont compris entre 6 et 30;
- dans au moins dix conteneurs si les graines sont réparties dans 31 à 400 d'entre eux (ISTA).

Le poids des échantillons dépend de la taille normale des S considérées. Pour les plantes de grande culture, l'ISTA donne un nombre; en ce qui concerne les arbres, espèces sauvages, il n'y a encore que très peu de recommandations. Il faut au minimum 2500 S, sauf pour les espèces à grosses S pour lesquelles on se contentera de 500 S pour les essais qui suivent, sans compter les essais de détermination de la TE. Cela correspond par exemple à 2 grammes pour *Eucalyptus deglupta* et à 1 kg pour le teck.

Ces échantillons élémentaires sont ensuite réunis et soigneusement mélangés afin d'obtenir le lot mixte (ou global).

L'échantillon de laboratoire, encore appelé "échantillon soumis", est alors obtenu, à partir de l'échantillon global, par réduction au nombre de S exigé par les normes ISTA.

Tous les échantillons sont étiquetés.

2.CONTROLE D'AUTHENTICITE

Au moment de procéder à la récolte sur le terrain, on se munira de clés d'identification des différentes espèces, de flores et d'une loupe afin de vérifier s'il s'agit bien de l'espèce que l'on souhaitait récolter. On recueillera également un herbier complet composé de fruits, de feuilles et de fleurs si possible.

Au laboratoire, une collection de référence de S et un herbier de jeunes plantules (avec cotylédon) permettra d'opérer un contrôle ultime. Si un doute persiste, on pourra déterminer l'espèce par l'analyse anatomique du bois ou éventuellement utiliser des techniques plus sophistiquées.

3. ETAT SANITAIRE, MORPHOLOGIE ET DISSECTION

Après dépulpage pour les drupes ou décorticage pour les gousses, on vérifiera l'état des S et on évaluera leurs qualités; certaines S peuvent être piquées par des insectes, d'autres parasitées par des champignons, d'autres encore peuvent être brisées .

En laissant flotter les graines dans de l'eau, on peut ainsi trier les graines lourdes des graines légères; les S pleines, plus denses coulent les premières; toutefois, il faut déterminer pour chaque lot un temps optimal de trempage. En effet, dès que ce temps optimal est dépassé, on risque de voir tomber au fond du récipient une fraction importante de S endommagées qui absorbent plus rapidement l'eau que les graines saines. Cependant, celles-ci emprisonnent souvent une poche d'air, qui contribue à les faire flotter. Il convient de remarquer que cette méthode n'est pas absolument fiable et qu'elle nécessite de plus, un séchage (progressif) ultérieur.

La séparation des S pleines viables des S pleines non viables est une méthode préconisée par Simak incluant une forme de prégermination, connue sous le nom de traitement IDS (Incubation/Drying/Separation). C'est dans les banques de semences (Kew Garden,...), et non dans les centres nationaux, qu'on emploiera cette méthode, qui nécessite un doigté, une expérience et un équipement adéquat.

La méthode PREVAC (Pressure Vacuum) permet de séparer les S pleines abîmées des S pleines non endommagées. En exerçant une pression sur le liquide ou en faisant le vide, on favorise l'absorption d'eau dans le cas de S endommagées, alors que les S intactes absorbent l'eau lentement et continuent de flotter. Il ne faut pas confondre cette méthode avec la flottation, qui permet de séparer des graines vides ou pleines, sans pression.

La dissection permettra de déterminer la forme la plus adaptée pour assurer une bonne conservation. En fait, certains centres de S conservent souvent des fruits (teck, Gmelina, Ziziphus,...) contenant plusieurs graines.

Dans le cas du Prosopis juliflora, la plupart des centres se trouvent confrontés avec le problème de décorticage des gousses et des segments qui les composent et qui renferment les graines; pour les essais mentionnés dans cette note, il est obligatoire de travailler avec des semences (et non des segments). Des essais ont été entrepris l'an dernier au Cirad-Forêts et sont prolongés en ce moment afin d'améliorer encore la technique mise au point en 1991. Parallèlement, nous tenterons de trouver le temps de travailler également cette année sur des fruits de Pterocarpus erinaceus en utilisant les mêmes méthodes (traitement par NaOH et à la chaleur, puis passage dans une défibreuse).

Les points qui suivent ont trait aux S et non aux fruits ou aux S avec endocarpe lignifié.

4. TENEUR EN EAU

Les échantillons soumis pour la TE seront traités différemment : ils doivent être conservés dans un récipient hermétique afin d'éviter tout apport ou perte d'eau; de plus, l'essai nécessite deux échantillons (deux répétitions) prélevés après un nouveau mélange soigneux dans l'échantillon global non débarrassé de ses impuretés (et non pas dans la fraction "semences pures").

En pratique, on prendra deux fois cinq grammes pour les espèces qui ont plus de 30000 S/kg et deux fois dix grammes pour les essences possédant moins de 30000 S/kg. Pour les grosses graines comme les glands, on prélève 2 X 20 grammes et les S sont coupées en quatre. Les grosses S doivent être coupées ou broyées dans les récipients métalliques ou coupelles (dont le poids à vide aura été préalablement déterminé) qui seront placées à sécher. On ne superposera pas plus d'une couche de S afin qu'elles perdent leur eau de manière uniforme; les coupelles seront placées au centre de l'étuve.

La méthode la plus utilisée est le séchage en étuve pendant 17 +/- 1 h à 103° +/- 2°C; il vaut mieux préchauffer l'étuve une heure avant l'opération. Il faut éviter l'oxydation et la perte de substances volatiles. Au préalable, les S sont pesées, avant le passage à l'étuve; puis elles sont placées dans l'étuve et, après leur passage, pour une période de "refroidissement" dans un dessiccateur pendant 30 à 45 minutes (contenant du silicagel) puis enfin elles sont pesées avec précision (balance électronique); l'humidité relative de l'air du laboratoire où a lieu la pesée finale doit être inférieure à 70 %.

La teneur en eau est exprimée en pourcentage du poids frais (initial):

$$TE (\%) = \frac{P_i - P_s}{P_i} \times 100$$

où P_i = poids initial et P_s = poids sec.

La moyenne arithmétique des deux valeurs obtenues constitue le résultat final; la tolérance entre les deux échantillons est également codifiée (Willan, 1992, page 282).

La formule suivante de réhydratation ou de déshydratation peut être employée:

$$P_2 = P_1 \times \frac{(100 - X_1)}{(100 - X_2)}$$

où P_1 = poids du lot au départ de l'essai

P_2 = poids final après réhydratation ou déshydratation

X_1 = teneur en eau au départ

X_2 = teneur en eau recherchée

On peut également déterminer directement la TE grâce aux appareils électriques de mesure d'humidité (testeurs électriques d'humidité composés d'une lampe à infrarouges couplée à une balance électronique; on chauffe pendant 15 à 25 minutes et la perte de poids est transmise automatiquement à la balance, tout en s'affichant sur un écran); ils sont cependant imprécis pour les S moyennes et grosses.

La détermination de la TE est essentielle : c'est l'un des principaux facteurs affectant la viabilité des S; une TE basse pour les graines orthodoxes, c'est-à-dire de l'ordre de 4 à 7 %, permet de conserver ces S au froid pendant des périodes supérieures à 30 ans et plus. Pour les semences orthodoxes, la TE létale doit être déterminée pour chaque espèce.

5. ANALYSE DE PURETE ET DETERMINATION DU POIDS DE 1000 SEMENCES

Parmi les principales impuretés, on relève les S étrangères, les matières inertes (fragments de graines, d'écorce, de feuille, d'étamine,...), les cailloux, les ailes de certaines S.

Par définition, les semences pures comprennent la fraction d'un lot de S incluant non seulement les S mûres et intactes, mais aussi les S de taille inférieure à la normale, ratatinées, immatures et germées, ainsi que les fragments de S dont la taille est supérieure à la moitié de leur taille initiale. Elle exclut les S des autres espèces, les S de conifères ou de légumineuses entièrement dépourvues de tégument, les fragments de S dont la taille est inférieure à la moitié de leur taille initiale et les autres matières telles que noyaux, brindilles et feuilles (ISTA).

Pratiquement, on pourra procéder simultanément à l'analyse de la pureté et à la détermination du poids de 1000 S sur la fraction de l'échantillon destinée à être installée en essai de germination. On pèse les échantillons, puis on sépare les impuretés (en s'aidant d'une loupe ou d'un microscope) et on pèse séparément les S pures (Psp) et les matières inertes (Pmi) :

$$\text{Pureté (\%)} = \frac{P_{sp}}{P_t} \times 100$$

$$\text{où } P_t = P_{sp} + P_{mi}.$$

Cette séparation manuelle et visuelle peut être dans certains cas partiellement mécanisée (souffleur à S éliminant les matières légères, séparation par densité, par charges électrostatiques, emploi d'une table vibrante, etc...-Willan, 1992, pages 247,...).

La fraction constituée par les S pures est utilisée pour la détermination du poids des S et pour les essais de G.

La détermination du poids moyen de 1000 graines s'effectue sur la fraction de S pures ayant atteint leur teneur en eau adéquate pour assurer leur conservation de longue durée.

On utilise généralement huit répétitions de 100 S chacune, permettant de calculer l'écart type, le coefficient de variation et la moyenne.

Il existe des planches à compter (pour des S de la taille de celles de Pinus pinea), des compteurs par aspiration (pas pour les très petites S de forme irrégulière, ni pour les très grosses), des compteurs électroniques avec cellule photoélectrique; ces comptages sont parfois biaisés et l'on recommande fréquemment le comptage visuel et manuel en groupant les S par dix.

Le nombre de S/gramme s'obtient ainsi :

$$N \text{ (S/g)} = \frac{N \text{ de S de l'échantillon}}{\text{Poids de l'échantillon}}$$

6. ESSAIS INDIRECTS DE VIABILITE

6.1. Essai biochimique au Tétrazolium (TZ)

Cette méthode permet de colorier en rouge uniquement les cellules vivantes; cet indicateur, le TZ, qui pénètre dans les tissus, n'interagit qu'au sein des cellules vivantes qui deviennent rouges; les parties mortes ne sont pas colorées. L'interprétation de la coloration est subjective; c'est la localisation et l'étendue des nécroses dans l'embryon et dans les réserves, et non l'intensité de la coloration, qui permettent de déterminer si les S sont à considérer comme viables ou non.

La méthode consiste sommairement à :

- retirer si nécessaire le péricarpe dur après un trempage de 18 à 20 heures dans de l'eau;
- enlever le tégument des S avec des aiguilles à dissection afin de faciliter la pénétration du TZ;
- plonger les S dans la solution de TZ durant 24 h (concentration de 1 %) et garder les S à l'obscurité (par exemple, sous du papier aluminium);
- répéter ces opérations sur 4 lots de 100 S chacun;
- apprécier la coloration.

Cette méthode est reconnue par l'ISTA, mais demande une grande expérience.

6.2. Rayons X

Grâce à cette technique, on peut aisément distinguer les dommages causés aux graines (par exemple par les insectes) et les graines vaines, sans destruction des S. On peut aussi étudier le nombre de graines par fruit ou le degré de développement des S pour déterminer l'époque optimale de récolte. Cette technique semble porteuse d'espoir pour distinguer parmi les S pleines les graines viables des non viables.

6.3. L'essai à la coupe

Plus rudimentaire puisqu'elle ne nécessite qu'une loupe et un scalpel, cette méthode est aussi plus lente : quatre échantillon de 100 S doivent être examinés. Les S pourries, molles, colorées, parasitées sont mises à part; on calcule le pourcentage de S apparemment saines. Il est impossible de distinguer les S mortes très récemment ou définitivement endommagées depuis peu.

6.4. Examen des embryons excisés

Après un trempage des S, on retire très soigneusement les téguments sans endommager les embryons, qu'on placera ensuite sur du papier buvard humidifié, dans des boîtes de Pétri et à la lumière. On compte alors simplement les embryons qui germent.

6.5. Utilisation de produits stimulants

Cette stimulation de la G par des produits tels que l'eau oxygénée à 1 % ou des acides gibbérelliques, permet d'obtenir rapidement des résultats, puisque l'essai dure généralement 7 à 8 jours.

7.ESSAIS DE GERMINATION (G)

Evaluer le nombre maximal de S susceptibles de germer dans des conditions optimales est le principal but de cet essai, qui doit absolument être normalisé.

Les résultats ne sont malheureusement pas directement assimilable du laboratoire à la pépinière, car les conditions de cette dernière sont souvent moins favorables; aussi dans la pratique, les pépiniéristes décomptent 20 à 50 % des résultats obtenus au laboratoire.

Le taux de G est exprimé par:

- le pourcentage de S pures qui produisent des plantules normales,
- ou, par le nombre de S germées par unité de poids de l'échantillon.

Ces S pures sont réparties au hasard en quatre répétitions de 100 graines (ou parfois 8 X 50) pour les graines aisément comptables. Pour les très petites S (filao,eucalyptus,...), quatre à huit répétitions de 0,5 gramme seront semées; cependant les résultats entre répétitions sont souvent assez dissemblables, car ce sont les plus petites S ou particules inertes qui ont tendance à tomber les premières lors du semis. On calculera la moyenne des 8 répétitions dans ce cas là. En ce qui concerne les S moyennes ou grosses, pour chaque répétition les 50 graines prises au hasard sont régulièrement espacées (par exemple en creusant des loges équidistantes). Une table (Willan, 1992, page 273) indique l'écart maximal admissible.

Le matériel est constitué de boîtes à germer translucides ou encore de boîtes de Pétri; si l'on en a les moyens, on équiperait le laboratoire d'un appareil de Jacobsen (p.253), qui en régions tropicales n'est pas toujours recommandé du fait de l'échauffement du lit de semis. Des incubateurs, des germinateurs ou des armoires de G peuvent également être utilisés.

Les conditions les plus favorables à la G seront de rigueur, si la dormance est levée : humidité relative élevée, température supérieure à 25 ° pour la plupart des essences tropicales avec une alternance entre les températures nocturne et diurne (pour *Terminalia ivorensis*, il a été démontré au Nigéria que des températures alternées de 24 et 34 °C ont permis d'obtenir un taux de G de 93 % en 41 jours - alors qu'à 30°C constamment, il n'était que de 27 % - Okoro,1976), lumière blanche répartie uniformément pendant 8 à 12 heures (suivant les pays ou les saisons) d'une intensité de 750 à 1250 lux.

Comme substrat, on utilise fréquemment du papier filtre ou buvard, du sable au pH neutre ou de la vermiculite; il est conseillé d'utiliser du sable de rivière pour les espèces qui ont une G étalée sur une longue période, car mis en boîte le sable conserve mieux l'humidité que le papier et nécessite donc moins d'arrosage complémentaire. Un excès d'humidité est toujours nocif. L'humectation du substrat sera juste suffisante; les S seront bien régulièrement espacées afin d'éviter une éventuelle prolifération de champignons; on ajoute une petite quantité de fongicide à l'eau servant à humidifier le sable (Benlate, Oxyquinoléate de cuivre, Cryptonol E, Karathane,...).

L'évaluation des résultats ne doit pas prendre en compte les S germées anormales (car elles seront de toute façon éliminées); l'ISTA les regroupe en 4 catégories : plantules endommagées, déformées, pourries ou présentant un développement inhabituel de l'hypocotyle.

Après un dénombrement exécuté régulièrement, à la fin de l'expérience, il convient d'examiner et d'inciser toutes les S non germées afin de dénombrer les S fermes et viables. Les résultats seront présentés comme suit :

- pourcentage de germination : 93 %
- " de S saines non germées : 4 %
- " de viabilité : $93 + 4 = 97$ %.

La durée de ces essais de G est généralement de 2 à 4 semaines, sans tenir compte de la durée du prétraitement (stratification), mais elle est parfois supérieure avec certaines S des régions tempérées ou tropicales.

Deux définitions pour terminer:

-Faculté germinative (ou aussi capacité ou pourcentage de germination) : proportion (exprimée en pourcentage) des S d'un échantillon donné qui ont germé normalement pendant une période d'essai donnée.

-Pourcentage de viabilité : à la fin d'un essai de G, c'est le nombre total de S germées et des S saines non germées; exprimé en pourcentage du nombre de graines germées.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

Willan R.L. - 1992. Guide de manipulation des semences forestières dans le cas particulier des régions tropicales. Etude FAO - Forêts n° 20/2, 444 pages; Rome (paru en 1985 dans sa version anglaise).

Office National des Forêts (ONF) - 1986. Numéro traitant exclusivement des graines forestières. Bulletin technique, n° 16, 190 pages; Paris.

Leadem C.L. - 1984. Quick tests for tree seed viability. British Columbia Ministry of Forests and Lands, 45 pages; Victoria.

Somé L.M.; Sacande M.; Verwey H. - 1991. Evaluation of seed viability by means of germination and Tetrazolium chloride tests for nine Sahelian tree species. Centre National de Semences Forestières, 11 pages. Ouagadougou.

Langkamp P. - 1989. Germination of Australian native plant seed. Inkata Press. Melbourne.

Maciejewski J. - 1991. Semences et plants. Lavoisier - Paris.

Scholer E.; Stubsgaard F. -1989. Seed testing. Lecture note n° C-8. Danida Forest Seed Centre, 33 pages. Humlebaek.

ISTA - 1985. International Rules for Seed Testing/Règles internationales pour les essais de semences. SST, 13,2.

Adresse : Reckenholz, Boîte Postale 412, CH-8046 ZURICH (Suisse).

WANG B. et coll. - 1991. ISTA Forest Tree and Shrubs Seed Handbook. ISTA, Zurich.

Annexe 8 (deuxième partie) : TEST BIOCHIMIQUE DE VIABILITE AU TETRAZOLIUM.

Ce test permet d'estimer rapidement la viabilité des graines dormantes pour lesquelles la durée d'un essai de germination est parfois très longue (cas du frêne, du hêtre, du merisier, de l'érable, du tilleul).

Il peut être également utilisé pour :

- estimer la viabilité des graines non germées à la fin d'un test;
- donner des informations sur la qualité des graines avant ou durant la récolte, durant les traitements post-récolte, la conservation;
- évaluer les dégâts provoqués par le froid (chilling injury);
- et également lorsqu'on recherche la cause d'une germination médiocre.

Ce test permet de déterminer le pourcentage de graines viables et non la capacité germinative. En fait, il donne une estimation potentielle de la capacité de germination.

Il est généralement effectué sur 4 répétitions de 100 graines ou parfois 4 répétitions de 50 graines, issues de la fraction des graines pures. Le pourcentage de graines viables est calculé à partir de la moyenne des 4 répétitions.

Principes du test

Le chlorure de 2,3,5 triphényltetrazolium est réduit par l'hydrogène des tissus vivants en composé rouge, stable, la formazane. Il est ainsi possible de distinguer les parties vivantes colorées en rouge et les parties mortes non colorées.

Suivant l'étendue des zones vivantes colorées par rapport aux zones mortes non colorées, on détermine si la graine est vivante ou non.

Les détails sur ce test figurent dans les règles de l'ISTA (1985). Des informations complémentaires sont données dans le manuel sur les arbres et arbustes, publié par l'ISTA en 1991.

Préparation des graines pour le test

Pour réaliser ce test, les graines doivent être isolées de leurs téguments ou autres enveloppes; ceux-ci sont préalablement ramollis par une imbibition de 24 heures dans l'eau. Dans le cas de graines conservées pendant longtemps, dans un état très déshydraté, une réhydratation progressive entre 2 couches de papier filtre est préférable au trempage pour permettre une imbibition progressive et maintenir ainsi l'intégrité des membranes.

En ce qui concerne les graines de légumineuses, la scarification des téguments est nécessaire avant le trempage pour permettre une imbibition satisfaisante.

Le trempage dans l'eau aurait pour effet d'activer les enzymes des tissus vivants et les autres fonctions vitales de l'embryon.

Pour certaines espèces, afin de faciliter la pénétration du tétrazolium, il est nécessaire de :

- couper 1/3 de la graine à l'extrémité opposée à la radicule, avant le trempage dans l'eau (cas des graines d'Abies, de Pseudotsuga);
- couper longitudinalement et parallèlement à l'embryon, mais non au travers de l'embryon (cas du Fraxinus).

Réalisation du test

Après imbibition, les graines sont placées dans une solution de tétrazolium, généralement à 1 % préparée dans de l'eau distillée. Si le pH n'est pas compris entre 6,5 et 7, il faut utiliser une solution tampon. On peut également utiliser l'eau du robinet si son pH est voisin de 7 (pas selon les règles officielles).

Trempe à 30° C dans l'obscurité.

La durée du trempage est de 10 à 24 h; parfois 5 à 6 H suffisent pour obtenir une coloration suffisante.

Il peut être intéressant de suivre l'évolution de la coloration durant le test (les zones lentes à se colorer correspondent aux zones affaiblies).

Les graines sont ensuite abondamment rincées dans l'eau courante, puis examinée sur du papier humide ou d'autres surfaces maintenues humides.

Evaluation des résultats

On procède d'abord à un examen en surface. Il faut parfois disséquer la graine et extraire l'embryon hors de l'endosperme (cas des graines de conifères). Dans le cas des graines de certains feuillus, il faut étaler les cotylédons.

L'évaluation des résultats nécessite beaucoup d'expérience de la part de l'analyste. On peut obtenir des colorations plus ou moins intenses, parfois des surcolorations (absorption trop rapide du tétrazolium par des embryons affaiblis).

Pour les graines de sapin, il faut évaluer à la fois l'embryon et l'endosperme.

Annexe n°9 : MODELES DE GESTION D'UN REGISTRE ET DE FICHIERS MANUSCRITS

1) Gestion d'un registre

Chaque mouvement est noté dans un registre, que ce soit lors de l'introduction du lot en chambre froide ou lors des expéditions partielles. Sur deux pages opposées du registre, on indiquera :

- sur la page de gauche : toutes les indications relatives à la récolte (feuille A, ci-après) ;
- sur la page de droite : toutes les expéditions réalisées au fil du temps (feuille B, ci-après) en indiquant le destinataire, la quantité, la date, le numéro du bordereau.

2) Gestion du fichier manuscrit

En plus du fichier, on tiendra parallèlement, un fichier manuscrit, simplifié (les renseignements détaillés figurent dans le registre). Sur ces fiches, on indiquera le code (pour retrouver rapidement le lot dans la chambre froide), le numéro du lot, le rappel de l'origine (sans la détailler), le nombre de semenciers, le poids disponible (après déduction des derniers envois ; ce poids est inscrit au crayon, afin de pouvoir l'effacer et corriger) et enfin les résultats des tests de germination (pourcentage de germination, PG = nombre de plants obtenus au laboratoire par gramme de graines semées), le numéro et la date du dernier test (feuille C, ci-après).

NOM SCIENTIFIQUE : *Acacia albida* Del.

NOM VERNACULAIRE : Gao

PAYS : Niger

ORIGINE : Matameye

LOCALISATION : Matameye

Lat. : 13°25' Long. : 08°28' Alt. : 450 m Distance : Carte CTFT N°
mer : Exposition
et pente

DONNEES CLIMATIQUES :

Pluviométrie annuelle moyenne (sur 30 ans) : 560 mm
" " " 1985 : 421 mm en 34 jours

Station météorologique Matameye distance du site de km

SOL : - Description : Texture sableuse

- PH

PEUPLEMENT : - Description : - Photo CTFT N°

Parc clair sur *Cassia occidentalis*. Culture de mil. Quelques
Acacia nilotica, palmier dattier, manguier.
Dans le bas-fond, nombreux dattiers

- Type forestier : Savane arborée. Parc à *Acacia albida*

RECOLTE : sous la direction de E. FORNI

Date : 30-31/01/1986

- Nombre de semenciers récoltés dans la provenance : 20

- Correspondance entre numéros de récolte et numéros de lot : EF107 à EF126
86/5661N à 86/5680N

M. EF 115

86/5669 N
ACACIA ALBIDA

FOURNISSEUR

Mifer -

QUANTITÉ REÇUE

590 fr

DATE de RÉCEPTION

Feb. 86

Labo grains - Mar 86
Labo grains test germination.
C.T.T. - Boukina Faso
Eugène Maury - M^r Joly -
ISRA/DRPF Senegal N. Dauthe
Eugène Maury - Hélène Joly.

100 f
5,4
20
0,5
25g
20

pour Mélange 86/5838 N
Mél 86 essai n° 1782 90% 16,7 P
Fevr 1989 - B^x 868 - (u KIBORA)
Mar 1989 - B^x 887 - PP
avril 1991 - B^x 1074 (N. Sangoufara)
Jout 1991 - B^x 1106 - colissimo

SENNA

ATOMARIA

Code	N° C.T.F.T. Nogent	Origine de la provenance	Nbre semen- ciers	Poids disponible	GERMINATION			
					Laboratoire %	.PG	N° du test	Date
89/8780N		Honduras CFI.	30	27	95	27	N° 3646	mai 89 N.

Annexe n°10 : RATIOS

ET RENDEMENT JOURNALIER

DE RECOLTE

poids de fruits récoltés

poids de graines propres

PREPARATION DES GRAINES : Décorticage, Dépulpage, Tri, Nettoyage

ESPECE : N°CENAGRAF :

POIDS TOTAL DES FRUITS (*) RECOLTES (AVEC LES SACS) : Kg

POIDS DES SACS VIDES : Kg

POIDS DES FRUITS SEULS : Kg

ETAT DES FRUITS : peu mûrs ; mûrs ; très mûrs.

TENEUR EN EAU (sur le poids sec) lors de leur arrivée :

Fruits

:

Graines

:

Dates	N0	P1	P2	P3	NHT

- N0 = nombre d'ouvriers engagés
- P1 = poids des fruits remis aux ouvriers à ... heures pour la journée
- P2 = poids des graines fraîches "traitées" en ... heures
- P3 = poids des fruits qui n'ont pu être traités pendant la journée
- NHT = nombre total d'heures de travail.
- (*) : description du fruit/graine :
(dire s'il s'agit d'un fruit, d'une graine avec endocarpe lignifié, d'une amande, etc...)

TECHNIQUES UTILISEES : mettre une croix dans la (les) case(s) correspondante(s)

☐

Dépulpage dans l'eau

☐

Dépulpage à sec après un séjour de heures dans l'eau

☐

Décorticage à la main

☐

Pilage au mortier

☐

Tamissage

☐

Utilisation de ciseaux ou couteaux

☐

Triage manuel visuel

☐

Triage par flottation

☐☐☐

RAPPORT ENTRE LE POIDS TOTAL DES FRUITS ET LE POIDS TOTAL DES GRAINES : ...

POIDS TOTAL DES GRAINES SECHEES : Kg

COUT TOTAL AU KILO :

Annexe n°11 : TYPE DE BORDEREAU A FOURNIR A L'UTILISATEUR

BORDEREAU N°

Date : ../../....

CENAGRAF

Adresse :

Pays :

Tél :

Fax :

Destinataire

Nom :

Adresse :

Pays :

[illegible]

ANNEXE 12

PRETRAITEMENTS DES SEMENCES FORESTIERES

R. BELLEFONTAINE
CIRAD-Forêt
45bis, avenue de la Belle Gabrielle
94736 Nogent-sur-Marne Cédex, France

RESUME

La dormance est considérée comme un système régulateur de la germination. Elle est un phénomène relatif qui est fonction des conditions post-récoltes, de la maturité des fruits et du génotype vraisemblablement. Par définition, les prétraitements permettent l'élimination des phénomènes de dormance, soit avant, pendant ou après la conservation.

Après avoir rappelé sommairement les divers types de dormance et les techniques utilisées pour lever ces dormances, l'accent est mis sur les avantages qu'ils procurent. Les prétraitements ne devraient être appliqués qu'aux graines montrant une dormance forte ou profonde, qui, de plus, ont été conservées dans de bonnes conditions (de la récolte au semis). Pour les dormances légères, il est économiquement peu rentable de prétraiter les graines, sauf si elles sont rares, relictuelles ou précieuses.

Divers conseils pratiques sont formulés :

- les prétraitements doivent être simples, économiques et se baser sur l'observation des phénomènes naturels ;
- les conditions d'expérimentation et les conditions post-récoltes subies par les semences devraient être plus détaillées dans les publications ;
- la description du matériel végétal n'est pas toujours bien réalisée, ce qui induit des incompréhensions : l'expérimentateur travaillait-il sur des fruits, des graines ou des amandes ?
- la durée de trempage dans l'eau après prétraitement est importante et rarement précisée. Certaines graines prétraitées perdent leur capacité de germination si ce trempage se prolonge ;
- ce n'est pas le pourcentage de germination qui intéresse l'utilisateur, mais le nombre moyen de plantules normalement constituées 2 à 4 semaines après la germination ;
- les centres nationaux doivent absolument conserver la maîtrise des prétraitements dangereux. La conservation de bouteilles d'acide concentré ne peut être réalisée dans des hangars des pépinières provinciales, car les risques d'accidents divers sont trop grands dans les pays en développement.

Quelques conclusions méritent d'être soulignées :

- les prétraitements ne sont pas connus pour les espèces ligneuses tropicales, à l'exception des plus employées ; un gros effort est à réaliser dans ce domaine ;
- la synthèse des connaissances actuelles acquises par les centres (littérature "grise") et celles qui figurent dans les principales publications devraient être synthétisées par continent. Un financement est à rechercher ;
- étudier les semences tropicales en Europe ou aux USA, etc... ne constitue pas la meilleure solution ; il faudrait créer des laboratoires de physiologie, parfaitement équipés dans les régions tropicales, assurer un appui scientifique et former les experts nationaux.
- les prétraitements sans milieu avant ou pendant la conservation pourraient être étudiés pour toutes les espèces importantes, tempérées ou tropicales.

1 - INTRODUCTION

Il est indispensable de conserver des semences à fortes potentialités génétiques et physiologiques. Ces dernières sont mises en évidence par la faculté germinative. Elle dépend des conditions de récolte, de conservation et des conditions expérimentales, y compris les prétraitements appliqués avant, pendant ou après conservation.

Les conditions de récolte (maturité des fruits), de dépulpage, décorticage, séchage, etc..., de conservation sont rarement précisées dans les publications relatives aux essais de prétraitement. Connaître la capacité de germination d'un lot est essentiel pour le praticien qui doit évaluer avec précision ses besoins en semences.

Les phénomènes de **dormance** peuvent induire une faible faculté germinative, voire nulle, si rien n'a été fait pour lever la dormance. Elle caractérise l'état physiologique d'une graine, qui placée dans les conditions favorables à la germination, est inapte à germer. Ces phénomènes empêchent ou retardent une germination soutenue, homogène, rapide. Le terme "favorable" est à définir plus précisément. Cette définition semble trop rigide ; la dormance est un phénomène relatif qui est fonction des conditions post-récolte (échauffement, séchage ...), mais aussi de la maturité des fruits, du génotype vraisemblablement et des conditions de germination. La dormance est considérée comme un système régulateur de la germination (Côme, s.d.).

Il est donc parfois nécessaire de **prétraiter** les graines pour obtenir un semis groupé. Ce cas de figure est fréquent dans les pays tempérés, ainsi que dans les régions tropicales, principalement dans les zones à long climat sec, où toutes les conditions optimales de germination (humidité, température, oxygène, lumière) ne sont pas présentes simultanément tout au long de l'année.

2 - DEFINITION DES PRETRAITEMENTS ET DORMANCES

Les **prétraitements** ne font pas germer les graines, mais ils les rendent capables de germer ultérieurement quand toutes les conditions requises sont réunies. C'est, **par définition**, le (ou les) traitement(s) réalisé(s) avant, pendant ou après la conservation, qui permet(tent) l'élimination de la dormance par traitements mécaniques, chimiques, physiques, physiologiques ou biologiques (isolés ou associés).

Ce vocable "prétraitement" est parfois employé à mauvais escient et mal compris, car il désigne également pour certains utilisateurs, divers traitements tels que les enrobages ou pelliculages, les traitements phytosanitaires, le triage des graines pleines non viables ou endommagées. Ces traitements n'ont pas pour finalité la levée de dormance et ne peuvent être considérés comme des prétraitements au sens où l'entendent les physiologistes. Pour éviter toute confusion dans la suite de cet exposé, il ne sera question que de prétraitements au sens strict.

Ainsi par exemple, la conservation de semences telles que les glands de chêne (*Quercus sessiliflora* p. ex) ne nécessite pas de prétraitement puisqu'il ne s'agit pas de graines dormantes. Après la récolte, le développement d'un champignon (*Ciboria batschiana*) peut contaminer les glands (pourriture noire) ; les glands subissent donc une thermothérapie à 41°C pendant 2 heures ½, puis ils sont ressuyés jusqu'à une teneur en eau de 42 à 48 % et enfin conservés à -1°C en condition non hermétique en présence de tourbe pour limiter la déshydratation. Ces traitements phytosanitaires et physiques, indispensables avant la conservation, sont destinés à préserver la viabilité des graines dites récalcitrantes. Il ne s'agit pas à proprement parler de prétraitement !

De nombreuses espèces tropicales ont fait l'objet d'essais de prétraitements. Cependant il y a encore un très important effort de recherche à réaliser sur la physiologie des graines forestières tropicales. Au cours des dernières années, les connaissances se sont précisées principalement pour certaines graines orthodoxes et parfois pour les graines récalcitrantes. Les résultats relatifs aux espèces des zones tempérées sont également en nette augmentation depuis une ou deux décades. Pour les principales d'entre elles, une méthode précise est préconisée pour lever la dormance.

Il faut souligner qu'il existe une **importante variabilité** entre les lots de semences et que le prétraitement peut être de durée très différente en fonction d'une même espèce, d'un même lot et même d'un semencier à l'autre, ou d'une année à l'autre pour des lots récoltés au même endroit sur le même semencier. Il y a coexistence de différents degrés de dormance dans un même lot de pépins de pomme par exemple et même en fonction de leur localisation sur le pommier (Côme, 1982).

Il existe donc des **dormances intra-espèces** (*Fagus sylvatica* ; *Tectona grandis* : de 1 à 24 mois ; *Parkia javanica* dont la germination est échelonnée d'1 semaine à 2 ans). Dans les pays montagneux, elle s'exprime à l'intérieur d'une même provenance en fonction des altitudes (*Eucalyptus pauciflora* de haute altitude exige une stratification pour germer alors que les graines côtières n'en ont pas besoin) et en fonction des couloirs préférentiels empruntés par les masses nuageuses dans certaines vallées. La latitude intervient également pour certaines espèces tempérées à vaste aire naturelle de dispersion : *Pinus sylvestris* et *Picea abies* originaires des latitudes septentrionales ont, lors de la dissémination, des embryons moins développés que ceux formés aux latitudes méridionales.

Le rôle de la dormance est d'empêcher temporairement les graines de germer quand les conditions ne sont pas réunies pour assurer à la fois la germination et la survie ultérieure des jeunes plants. Dans les zones tempérées, elle empêche la germination automnale et favorise la germination printanière.

On distingue la **dormance primaire** (la semence est dormante au moment de la dispersion) de la **dormance secondaire ou induite** (la semence est apte à germer lors de la dispersion, mais divers facteurs l'empêchent de germer ; face à de mauvaises conditions de germination, p. ex. concentration déficiente en oxygène, trop faible intensité de la lumière, températures trop élevées, ...), la semence peut entrer en dormance secondaire.

Les dormances sont encore classées en dormance exogène (ou tégumentaire), dormance endogène (ou embryonnaire) et dormance combinée. En ce qui concerne la **dormance exogène ou inhibition tégumentaire**, l'embryon, dénudé avec précaution, germe sans difficulté alors que la semence entière ne manifeste aucun signe de germination. Dans le cas de la **dormance endogène ou embryonnaire**, le pouvoir germinatif est nul, car l'embryon, même débarrassé des diverses structures qui l'entourent, ne parvient pas à germer au moment de la dispersion. La **dormance combinée** résulte à la fois de dormances endo- et exogène.

L'inhibition tégumentaire dépend de barrières physiques, mécaniques ou chimiques : ainsi les différentes structures qui entourent l'embryon empêchent, dans le cas des semences dures notamment, l'absorption d'eau. S'il n'y a pas lésion du péricarpe ou des téguments externes, l'eau ne peut passer. C'est le cas de nombreuses semences produites en zones arides (**dormance physique**, répandue pour beaucoup d'*Acacia*, *Cassia*, ...).

Dans d'autres cas, les échanges s'effectuent, mais la résistance mécanique des téguments ne permet pas à l'embryon de percer. Cette **dormance mécanique** se remarque principalement pour des espèces tempérées qui présentent parfois simultanément une dormance physiologique (voir ci-après). Pour *Azadirachta indica*, il semblerait actuellement que l'on ait affaire à une dormance mécanique (et peut-être également physique). *Eucalyptus delegatensis*, cité ci-dessus, serait pour d'autres chercheurs, soumis à une dormance mécanique.

Des substances inhibitrices, localisées soit dans le péricarpe, soit dans l'embryon interfèrent directement sur la germination (**dormance chimique**). L'acide abscissique (ABA) est souvent cité. Des expériences ont pu mettre en évidence l'action inhibitrice des structures externes en les redisant en partie au contact de l'embryon préalablement dénudé : la dormance se réinstalle.

La germination souvent moyenne à médiocre des *Tectona grandis* est expliquée partiellement par des substances inhibitrices, avec vraisemblablement en plus, la présence d'une dormance physique et/ou mécanique (Willan, 1985 et 1990).

Des essais sur *Terminalia ivorensis* ont prouvé que certains lots pouvaient germer à plus de 80 % si les graines étaient prétraitées 3 heures dans de l'acide sulfurique concentré, suivi d'un trempage de 24 heures dans une solution de cellulase (afin de dégrader partiellement les enveloppes) et en faisant ensuite germer les semences en présence de GA_3 (Corbineau et Côte, 1987).

Les dormances exogènes ou inhibitions tégumentaires physiques, chimiques ou mécaniques, parfois combinées, sont en général assez aisément explicables et contournables. Il n'en va pas de même des dormances endogènes ou embryonnaires, qu'on peut classer en dormances morphologiques, physiologiques ou combinées.

La **dormance morphologique** est relativement rare : certaines espèces ont, au moment de leur dispersion naturelle, des embryons immatures. Pour que leur développement s'achève, ils ont besoin d'une période supplémentaire, généralement dans un milieu chaud et humide. Ce n'est pas le phénomène de **post-maturation**, connu chez nombreuses *Gramineae*, qui permet à ces semences de perdre leur dormance après un séjour à la chaleur sèche.

La levée de dormance morphologique peut être masquée par l'augmentation de la concentration de substances inhibitrices pendant cette période de maturation dans un milieu chaud et humide : c'est la **dormance morpho-physiologique combinée**.

La **dormance physiologique** est également une dormance endogène qui fait intervenir un mécanisme inhibiteur physiologique. Les embryons, morphologiquement mûrs au moment de la dissémination, ne peuvent germer tant que des changements biochimiques complexes (et encore souvent très mal compris) ne se sont pas produits. Des prétraitements au froid humide (stratification dans un substrat tel que sable, tourbe, vermiculite) destinés à reproduire les conditions d'hivernage, ou des prétraitements chimiques sont préconisés pour lever la dormance physiologique.

De nombreux progrès ont été réalisés en Europe pour les principales espèces ; ainsi on s'oriente de plus en plus vers les **prétraitements (ou réfrigération) sans milieu (PSM)** qui permettent une déshydratation ultérieure des semences et donc une conservation à l'état non dormant. Cette méthode (PSM) consiste à réhydrater les graines à un niveau d'humidité contrôlé, suffisant pour autoriser la levée de dormance, mais non la germination et à maintenir ensuite les graines à 3°C pendant la durée nécessaire pour la levée de dormance. Après cette première phase, les graines sont séchées jusqu'à l'obtention d'une teneur de 8 (à 10) % et conservées à -5°C à l'état non dormant.

Les **dormances combinées** sont encore plus difficiles à expliquer. Elles peuvent résulter de l'effet conjugué d'un développement incomplet de l'embryon et d'une forte inhibition physiologique (dormance morpho-physiologique combinée). Dans d'autres cas, il y a combinaison d'une dormance endogène et d'une inhibition tégumentaire ou péricarpique.

3 - QUE PRETRAITER ET POURQUOI ?

Il est clair que les prétraitements ne s'appliquent principalement qu'aux graines montrant une dormance forte ou profonde qui, de plus, ont été conservées dans de bonnes conditions. Pour les dormances légères, il est en effet économiquement peu rentable de passer d'une capacité de germination de 80 à 95 %, sauf :

- s'il s'agit d'un lot :
 - . rare (difficultés de récolte : éloignement du centre semencier, instabilité politique dans le pays, médiocre accessibilité (inondations pendant la saison de fructification, etc...);
 - . relictuel (niche écologique, espèce ou provenance en voie de disparition, ...) ;
 - . précieux, car rare ou relictuel ou provenant d'un verger à graines dont la gestion antérieure a été coûteuse, ou encore récolté sur des semenciers assez éloignés les uns des autres en région montagneuse par exemple ;
- ou si l'on peut obtenir une vitesse de germination nettement supérieure.

On ne sera amené à traiter que des lots qui ont conservé leur pouvoir germinatif, c'est-à-dire des lots qui ont été récoltés, dépulpés, traités, séchés et conservés dans de bonnes conditions.

Il serait peu logique de prétraiter des lots dont un nombre important de graines sont piquées par des insectes ou parasitées par des champignons. Un criblage et un tri préliminaires sont indispensables dans ce cas pour réduire le coût du prétraitement.

Si les années de bonne fructification sont assez espacées les unes des autres, on a intérêt à utiliser tout le potentiel d'un lot conservé plusieurs années ; dans ce cas la levée de dormance est également justifiée.

Il en va de même lorsque les graines sont utilisées en semis direct (au sol ou aérien) et que l'on souhaite obtenir une germination très rapide et homogène, car les conditions optimales de germination et de croissance juvénile sont éphémères.

En matière forestière, l'emploi de graines enrobées est encore marginal ; il est évident que l'enrobage étant assez onéreux, l'utilisateur a tout intérêt à obtenir rapidement des levées régulières, d'où l'intérêt de prétraiter les graines.

Enfin, pour les besoins de la recherche forestière, les objectifs des études relatives aux prétraitements sont multiples : mieux connaître l'espèce ; comparer les réactions physiologiques de graines d'espèces ligneuses et céréalières, potagères ... ; conserver le patrimoine génétique forestier et agroforestier des espèces en voie de disparition ; favoriser l'utilisation industrielle d'espèces économiquement importantes, mais à dormance profonde ; permettre l'importation et la mise en place d'essais de provenances d'une espèce peu ou pas introduite ayant une réputation de graine à dormance profonde ; etc...

Les principaux avantages d'un prétraitement sont multiples. On peut citer en premier lieu un gain économique qui peut être appréciable en temps (en pépinière, notamment dans les pays tempérés), en graines, en main-d'oeuvre, en espace, en matériel (sachets, terreau, ombrières, ...), en arrosage. Si l'espèce nécessite un repiquage, cette période peut être plus groupée et surtout plus prévisible et raccourcie.

Un des principaux avantages du prétraitement consiste à produire des semis beaucoup plus homogènes, vigoureux et donc à la sortie de pépinière un matériel plus uniforme. Ce qui est indispensable pour certains types d'essais tels que les essais comparatifs de provenances, les tests de descendance, ...

Dans les zones tempérées, les progrès réalisés ces dernières 20 années autorisent des commandes tardives de la part des pépiniéristes.

Un prétraitement bien réalisé réduit également les anomalies dues aux dormances (enracinements déficients, crosses, ...) et réduit ainsi le nombre de plants nains, malingres et chétifs. Plus la dormance est profonde, plus ces anomalies sont importantes (Côme, 1982 ; Willan, 1985). L'hétérogénéité de la dormance d'un lot à l'autre pour une même espèce et même d'une graine à l'autre ne peut exclure totalement l'apparition de plants malformés, mais les prétraitements bien adaptés réduisent ces accidents dans de grandes proportions, notamment avec les espèces des zones tempérées.

4 - TYPES DE PRETRAITEMENTS

Pour lever les dormances exogènes ou inhibitions tégumentaires des semences des zones tropicales ou tempérées, de nombreuses méthodes naturelles ou artificielles existent. Elles sont longuement expliquées dans les documents cités en référence. Nous les énumérerons simplement ci-dessous, en insistant sur quelques méthodes particulières.

Pour les semences dures, la scarification est la règle par ébouillantage, alternance de périodes chaudes et froides ou de périodes sèches et humides, congélation ponctuelle dans l'azote liquide, immersion dans de l'acide sulfurique, par scarification manuelle ou mécanique des téguments externes (par incision, fente, piqûre, brûlure très partielle, projection, abrasion). Dans la nature, elle se produit par l'alternance gel/dégel, les feux de brousse peu violents, l'action des insectes, termites, chauve-souris, la régurgitation après rumination partielle, l'action des sucs digestifs des animaux ; l'alternance séchage/humidification, la putréfaction.

La lixiviation à l'eau courante, des prétraitements à l'aide d'oxydants (H_2O_2 par exemple), un enrichissement du milieu en oxygène, etc... font partie également des méthodes connues pour lever une dormance physique, mécanique ou chimique.

Certaines essences pionnières ne peuvent germer que si elles disposent d'une lumière adéquate (la composition spectrale et la durée de l'éclairement interviennent). On distingue trois catégories :

- les semences à photosensibilité positive germent plus facilement à la lumière blanche qu'à l'obscurité, ou pas du tout en l'absence complète de lumière ;
- les semences à photosensibilité négative ne germent pas (ou difficilement) en présence de lumière blanche ;
- les semences non photosensibles germent indifféremment à la lumière ou à l'obscurité.

Pour de nombreuses espèces, certains centres de semences obtiennent des capacités de germination supérieures à 100 %, car ils travaillent sur des fruits qui contiennent plusieurs graines (*Gmelina arborea*, *Melia azedarach*, *Ziziphus joazeiro* ...). Il serait là aussi opportun d'homogénéiser les résultats et de signaler si les tests ont eu lieu sur des fruits ou des graines. Une coupe avec analyse au microscope ou un passage aux rayons X permettrait d'apporter cette précision supplémentaire.

Dans le même ordre d'idée, la scarification à l'acide sulfurique ne précise jamais si les graines ont été simplement trempées ou si elles ont été mélangées. Si on utilise un **mélangeur électrique** ou si on laisse simplement les graines au repos dans l'acide, les résultats obtenus sont très différents. D'autres exemples pourraient être cités. Le but de cette remarque est d'obtenir une **plus grande précision** des méthodes utilisées par chaque expérimentation.

Il me semble opportun également de remarquer que le **poids des habitudes** peut restreindre l'efficacité de prétraitements. Un exemple semble évident : après un prétraitement à l'acide, la plupart des centres (à de rares exceptions près) préconisent de laisser tremper les graines durant 12, 24 h ou durant la nuit dans de l'eau. Si pour certaines espèces, cela n'induit aucune perte, par contre pour d'autres la capacité de germination est fortement réduite (*Acacia senegal* par exemple). La durée de trempage dans l'eau doit être étudiée avec soin pour chaque espèce, qu'il y ait eu prétraitement ou non (pour les amandes d'*Azadirachta indica*, un trempage prolongé est nocif). Enfin, on établit encore trop souvent la capacité de germination au moment de l'extrusion de la radicule ; l'utilisateur préfère avoir une estimation du nombre de plantules normalement constituées auquel il peut raisonnablement s'attendre.

Différentes études dans le monde ont prouvé que le **prétraitement des graines** pouvait être réalisé **avant la conservation** (si on dispose de suffisamment de main d'oeuvre ou de temps) **ou pendant le stockage** en chambre froide, sans que la capacité de germination ne soit fortement réduite (Muller et al, 1990 ; Somé et al, 1990). On ne peut que conseiller, mais avec vigueur, que les centres nationaux ou régionaux des zones sèches (dormance tégumentaire le plus souvent) **conservent la maîtrise des prétraitements**, surtout s'ils sont **dangereux** (H_2SO_4). Le prétraitement à l'acide doit être réalisé par l'unité centrale, généralement mieux équipée (notamment pour le recyclage de l'acide déjà utilisé) que les pépiniéristes provinciaux. L'utilisation et le stockage de bouteilles d'acide dans les hangars des pépinières conduiront inévitablement à des accidents. D'une manière générale, il convient de préconiser les traitements non dangereux, peu onéreux (ébouillantage par exemple) même si leur efficacité est légèrement moindre que la scarification à l'acide. Celle-ci resterait de la seule compétence du centre national de semences, si les autres traitements échouent.

6 - CONCLUSIONS

Pour les besoins des reboisements nationaux, mais aussi pour la protection du patrimoine génétique forestier et agroforestier (espèces ou écotypes menacés de disparition), il est nécessaire de conserver des graines et de les stocker en connaissant au préalable le meilleur prétraitement à appliquer ! Si ces prétraitements semblent être maîtrisés pour les principales espèces tempérées ou tropicales, on constate encore dans les publications internationales pour les espèces "secondaires" d'apparentes contradictions relatives aux prétraitements réalisés sur la même espèce dans différents pays. Il convient dès lors d'homogénéiser les essais et d'apporter toutes les précisions indispensables facilitant la comparaison.

Il serait utile à notre avis de **synthétiser les connaissances actuelles acquises** par les divers centres nationaux de semences et dans la littérature internationale. Il est en effet regrettable de voir que pour des espèces tropicales répandues sur tous les continents (*Albizia lebbeck*, *Azadirachta indica*, *Gliricidia sepium*, etc...), des traitements très différents sont proposés. Une synthèse par continent pourrait être réalisée à condition de trouver un financement.

Par contre, après avoir défini les meilleurs prétraitements des principales espèces, les **méthodes d'enrobage** de graines non dormantes pourraient être étudiées avec plus d'attention notamment pour les semis directs aériens de certaines régions (pratiqués aux USA, en Australie et à Java), dans les zones méditerranéennes et soudano-sahéliennes en Afrique par exemple.

De nombreuses espèces originaires des forêts tropicales humides mériteraient une attention plus soutenue. Les problèmes semblant plus complexes (semences récalcitrantes, parfois sans manifestation de dormance primaire), on pourrait suggérer la création de **laboratoire de physiologie parfaitement équipé dans les régions tropicales** car de nombreuses espèces sont en voie de disparition. Tompsett (1992) recommande quelques principes généraux pour les recherches futures relatives aux graines des dipterocarpacees : mener des expériences de dessiccation progressive dans un environnement contrôlé, déterminer le degré de sensibilité des graines au froid ou à la fraîcheur (+10° à +20°C) en fonction de la maturité des fruits ("chilling damage") et de la teneur en eau des graines, utiliser des échantillons représentatifs, étudier l'anatomie des semences, évaluer les infestations parasitaires, ... C'est pourquoi la création de laboratoire spécialisé, pouvant assurer une ventilation et une aération adéquates, le maintien constant de la température ou de l'humidité relative à des seuils indispensables à la conservation de longue durée des semences ou permettant des thérapies à température fixe puis un séchage non destructeur, est indispensable sous les tropiques. Il n'est pas dit que le maintien de ces conditions de température, de teneur en eau et d'humidité relative constantes, bénéfiques à la conservation, n'induiront pas des phénomènes de dormance.

L'emploi de certaines méthodes de prétraitement peut être préjudiciable à la croissance future des graines prétraitées : l'allongement des entre-noeuds, les étiolements suspects, l'altération des chromosomes peuvent être induits par les rayonnements ou par certains acides gibbérelliques par exemple. Ces méthodes doivent être employées avec une grande prudence.

Pour les espèces des zones tempérées, une nouvelle stratégie associant la levée de dormance, **par traitement sans milieu**, avant ou pendant la conservation, permet de fournir à tout moment aux utilisateurs des **semences sèches** (ce qui n'était pas le cas auparavant avec les graines prégermées issues de la stratification classique), **non dormantes, prêtes à être semées sans aucun prétraitement**. Pour les espèces tropicales des zones sèches, cet objectif est réalisable en séchant les graines après le prétraitement (Somé et coll., 1990). On ne peut que conseiller de généraliser des études semblables à toutes les espèces importantes.

Bibliographie sommaire

CORBINEAU F., COME D. - 1987. Etude sur la germination des semences de *Terminalia ivorensis* et sur la conservation et la germination des semences de *Tarrietia utilis*. Non publié. Université Paris VI et CIRAD-Forêt (ex. CTFT)

COME D. - 1982. Germination, pp. 129-225. In : Croissance et développement. Hermann, Paris, 465 p.

COME D. - s.d. Mise au point sur la dormance des semences. Université Paris VI.

ISTA (International Seed Testing Association) : International Rules for Seed Testing 1985 ; Amendements 1990. Seed Science Technology, 1985, 13, 2, 300-520

LANGKAMP P.J. - 1987. Germination of Australian Native Plant Seed. INKATA Press, 236 p.

MULLER C. - 1986. Problèmes posés par la conservation des glands. Revue Forestière Française, n° spécial Amélioration génétique, 212-214

MULLER C., BONNET-MASIMBERT M., LAROPPE E. - 1990. Nouvelles voies dans le traitement des graines dormantes de certains feuillus : hêtre, frêne, merisier. Revue Forestière Française, XLII, 329-345

OFFICE NATIONAL DES FORETS - 1986. Graines forestières. Bulletin Technique, n° 16, 190 pages

SOME L.M., SARY H., BELLEFONTAINER. - 1990. Conservation en chambre froide des graines prétraitées de six espèces sahélo-soudaniennes. Bois et Forêts des Tropiques, n° 225, 42-46

TOMPSETT P.B. - 1992. A review of the literature on storage of dipterocarp seeds. Seed Science and Technology, 20, 251-267

WILLAN R.L. - 1985 (1992). A guide to forest seed handling (Guide de manipulation des semences forestières). Etude FAO-Forêts n° 20/2, Rome, 444 p.

WILLAN R.L. - 1990. Seed pretreatment. Lecture note n° C-10, July 1990. Danida Forest Seed Centre, Danemark, 19 p.

Annexe

Dans les publications et sur les fiches d'essais, il faudrait dorénavant préciser quelques points (la liste ci-dessous n'est pas exhaustive) :

- * **L'origine des graines** (provenance, altitude, nombre de semenciers, graines ou fruits récoltés sur ou sous l'arbre, ...).
- * **L'historique des manutentions avant stockage**
 - . date de récolte et maturité
 - . entreposage entre la récolte et le décorticage ou le dépulpage (durée, lieu, humidité, température, aération, type de conteneur, ...)
 - . lavage ou trempage des noyaux ou des graines avant séchage (produits phytosanitaires ajoutés à l'eau de rinçage ou de lavage, concentration, durée ...)
 - . caractéristiques du séchage (type, lieu, durée, variation de l'humidité ou de la température, ...).
- * **Les conditions de conservation**
 - . conservation sous forme de fruits (gousses), de noyaux, de graines (avec ou sans leur endocarpe ou leur aile), d'amandes
 - . teneur en eau initiale (après séchage) rapportée au poids sec (donner des précisions quant au choix de l'échantillon ? graines vivantes ? graines vaines ?)

- . type de conteneur utilisé
- . présence de silicagel ou autre produit
- . durée et type de conservation (à la température ambiante, en chambre froide équipée ou non d'un déshydratateur, température ...)
- . les chocs thermiques éventuellement subis volontairement ou involontairement (coupure de courant).

*** Les conditions de semis**

- . pureté du lot, présence de taches ou de piqûres d'insectes, élimination de certaines graines parasitées ou endommagées,...
- . type de substrat (composition, richesse, humidité, ...)
- . type de conteneur (transparent, opaque, ...)
- . stérilisation partielle ou totale, inoculation des graines, présence de mycorhizes, ...
- . âge des graines, calculé depuis la date de récolte
- . précisions quant au matériel semé : fruit ou noyau (contenant plusieurs graines, graine, amande ?)
- . conditions de germination (température constante ou alternée, lumière ou obscurité, ...)
- . prétraitements subis avant, pendant ou après la conservation (type de prétraitement, durée, concentration, préciser si les graines ont été ou non mélangées dans un bain d'acide, et si oui de manière constante (mécanique ? électrique ?) ; ont-elles été ensuite lavées ou trempées dans de l'eau (durée, température de l'eau, ...) ?

*** Les conditions d'observation**

- . fréquence des relevés (journaliers ? chaque fois aux mêmes heures ? très irréguliers ?)
- . élimination des semences germées lors de chaque comptage ?
- . durée de l'essai (30 jours ?)
- . mode d'observation ou de comptage adopté au cours de la germination (dans le cas où il y a plusieurs graines par noyau).

Annexe n°13 : BON DE COMMANDE DE GRAINES (à diffuser auprès des utilisateurs)

BON DE COMMANDE DE GRAINES

(à adresser au CENAGRAF, B.P. _____, Tél. _____, Fax. _____)

NOM : (Direction Provinciale, Projet, etc...)

ADRESSE :

MOIS ET ANNEE DE PLANTATION : ... 199.. (à compléter)[illegible]

Annexe n°14 : PERSONNALITES RENCONTREES ET CALENDRIER DE LA MISSION

A - Personnalités rencontrées- **Au Burundi :**

Mr. Phocas NTUNGWANAYO, Directeur Général Aménagement du Territoire et des Eaux et Forêts (ATEF)
 Mr. Cyriaque NZOJIBWAMI, Directeur Général du Département des Forêts
 Mme Liberate NTAMAGENDERO, Directrice Adjointe du Département des Forêts
 Mr. Joseph KAFURERA, Directeur Scientifique de l'IRAZ
 Mr. Cléto NDIKUMAGENGE, Responsable du Projet Forestier Banque Mondiale
 Mr. Evariste RUFUGUTA, Projet Forestier Banque Mondiale, cellule agroforesterie
 Mr. Jean Bosco SABUKWIKOPA, Responsable Sylviculture ISABU (PASE)
 Mr. Célestin KAREKURUBU
 Mr. Gaspard GAHENGGERI, Projet Forestier Banque Mondiale
 Mr. Jean-François VERHEGGHEN, Projet BAD
 Mr. Michel ARBONNIER, Projet Kibira (CFD)
 Mr. Pierre GAKUNA, Gestionnaire, Projet Forestier Banque Mondiale
 Mr. Gérard FOURNY, chercheur CIRAD, détaché à l'ISABU
 Mr. BARBUT, CFD
 Mr. MARESCHAL, CEE Bujumbura
 Mr. Sylvestre NITUNGA, Chef de Chantier de Gakara-Gahuni (Projet Forestier Banque Mondiale)
 Mr. Michel GERKENS, Conseiller DG/ATEF
 Mr. Stephane GIPOULLOUX, CSN à l'ISABU (PASE)
 Mr. Balthazar BIGIRIMANA, Service de Contrôle et de Certification des Semences, ISABU
 Mr. Félix KANANI, Chef du Secteur Centre, Gitega
 Mr. Alain BURIE, Projet PSTP (conseiller), Ruyigi
 Mr. Emmanuel BWAKIRA, Ingénieur forestier, Projet PSTP, Ruyigi
 Mr. Léopold , Directeur Projet PSTP, Ruyigi
 Mr. Melchior NAHIMANA, Responsable des ressources phytogénétiques à l'IRAZ, Gitega
 Mr. Herménégilde NTITANGURANWA, Chef de la Surveillance et du Tourisme au Parc National de la Kibira
 Melle Bernadette HABONIMANA, Faculté de Botanique, Bujumbura
 Mr. Amini MUTAGANDA, Chef du Chantier à Vyanda, Projet Forestier Banque Mondiale
 Mr. Oscar BAZOMBANZA, Technicien forestier à l'ISABU à Kisozi
 Mr. Pierre HICUBURUNDI, Directeur de l'ISABU, Kisozi
 Mr. CAUCHAUD, Conseiller Technique français à la Direction Générale des Forêts (en mission)
 Mr. H. HOSTE, agroforestier, Projet BAD
 Mme Marie-José BIGEMDAKO, Département de Botanique, Université de Bujumbura

- **En France**

Mr. Ephrem NDIKUMANA, Ingénieur, Responsable du futur CENAGRAF
 Melle Jacqueline SIBOMANA, Technicienne supérieure, CENAGRAF
 Melle Consolate NICITERETSE, Technicienne supérieure, CENAGRAF

B - Calendrier de la mission du 4 au 20 février 1993

- Jeudi 4 : Paris - Bujumbura
- Vendredi 5 : Arrivée à Bujumbura 12 h (jour férié)
- Samedi 6 : Réunions de travail
- Dimanche 7 : Préparation des réunions du lundi 8 et mercredi 17 : liste d'espèces prioritaires ou secondaires
- Lundi 8 : Réunions de travail (Direction Générale des Forêts ; Banque Mondiale)
- Mardi 9 : Gakara - Gahuni
- Mercredi 10 : Ruvubu, Vyinkona, Bungere (logement à Gitega)
- Jeudi 11 : Ruyigi, IRAZ à Gitega et retour à Bujumbura
- Vendredi 12 : Kibira
- Samedi 13 : Réunions Département des Forêts, Banque Mondiale, ISABU
- Dimanche 14 : Rédaction du rapport provisoire
- Lundi 15 : Vyanda
- Mardi 16 : Kisozi, Munanira, Bisoro, Mugamba
- Mercredi 17 : Cartographie (Gakara) avec Sylvestre ; liste d'espèces prioritaires
- Jeudi 18 : Rugazi ; réunions avec Direction Générale de l'Aménagement, Tourisme et Environnement, Direction Générale du Département des Forêts
- Vendredi 19 : Réunions à la CCE, Direction Générale du Département des Forêts, Banque Mondiale et CFD. Départ de Bujumbura
- Samedi 20 : Arrivée Paris (7 h)

Annexe n°15 : PRIX ACTUELS DE VENTE DES GRAINES FORESTIERES AU
BURUNDI ET PRIX CONSEILLES

La lettre du 12 Décembre 1992, adressée à Monsieur le Directeur du Département des Forêts, fait état du stock de graines disponibles et des principales ventes. Nous en avons déduits les prix de vente suivants :

<u>1. Graines importées :</u>	F.Bu/Kg	FF/Kg (Fév. 93)
- <i>Acacia auriculiformis</i> :	7.500	~ 175
- <i>Acacia mangium</i> :	10.000	~ 235
- <i>Pinus patula</i> :	5.000	~ 117
* <i>Calliandra calothyrsus</i> :	21.500	~ 510
(Guatemala)		
* <i>Grevillea robusta</i> :	10.800	~ 255
(Rwanda)		
* <i>Pinus patula</i> :	38.600	~ 910
(Zimbabwe)		
* <i>Pinus kesiya</i> :	53.900	~ 1.270
(Zimbabwe)		

Ces quatre derniers prix (*) ont été communiqués par le Projet Forestier Banque Mondiale, qui revend les graines au prix coûtant.

Commentaires et conseils :

On constate que les prix varient beaucoup d'un pays à l'autre. A titre d'exemple, actuellement, le coût normal d'un Kg de graines d'*Eucalyptus grandis* sur le marché mondial se situe entre 1.000 et 2.000 FF/Kg selon la qualité des graines. Pour une espèce rare (*E. urophylla*), le coût pourrait être de 3.000 à 4.000 FF/Kg.

<u>2. Graines récoltées au Burundi</u>	F.Bu/Kg	FF/Kg (Fév. 93)
- <i>Acacia melanoxylon</i> :	4.000	
- <i>Acacia elata</i> :	4.000	
- <i>Acacia mearnsii</i> :	4.000	
- <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> :	4.000	~ 95
- <i>Albizia chinensis</i> :	4.000	
- <i>Callitris calcarata</i> :	4.000	
- <i>Cupressus lusitanica</i> :	4.000	
- <i>Cassia spectabilis</i> :	2.500	
- <i>Cedrela odorata</i> :	2.500	
- <i>Gliricidia sepium</i> :	2.500	
- <i>Gmelina arborea</i> :	2.500	~ 60
- <i>Jacaranda mimosiifolia</i> :	2.500	
- <i>Leucaena diversifolia</i> :	2.500	
- <i>Leucaena leucocephala</i> :	2.500	
- <i>Pithecellobium dulce</i> :	2.500	

- Eucalyptus camaldulensis	:	3.000	
- Eucalyptus grandis	:	3.000	~ 70
- Eucalyptus robusta	:	3.000	
- Eucalyptus saligna	:	3.000	
- Markhania lutea	:	3.000	
- Terminalia superba	:	3.000	
- Grevillea robusta	:	6.000	~ 140
- Maesopsis eminii	:	2.000	~ 47

Commentaires :

La plus grosse graine (Maesopsis) qui est également celle qui a généralement la plus faible capacité de germination, est la moins chère, soit 2.000 F.Bu/Kg (ou 47 FF ou encore 8 US \$) pour 300 à 1000 graines par kilo.

Les plus petites graines (les Eucalyptus) ne coûtent que 3.000 F.Bu/Kg (ou 70 FF ou moins de 13 US \$), alors qu'on obtient raisonnablement 100.000 plants par kilo de graines (et beaucoup plus si le semis est réalisé avec soin).

Conclusions :

Les prix pratiqués ne sont donc pas très réalistes. Il serait indispensable de calculer le coût de revient exact des graines récoltées sur place et de fixer un prix en fonction de leurs qualités (physiologique et génétique). On pourrait concevoir pour chaque espèce deux prix différents : l'un destiné aux consommateurs nationaux, l'autre à l'exportation.